



# COMUNE DI SELARGIUS

## Provincia di Cagliari

Assessorato ai Lavori Pubblici

### PROGETTO PRELIMINARE

### LAVORI DI REALIZZAZIONE N. 2 ROTATORIE E CONNESSA VIABILITÀ COMPLEMENTARE

Elaborato:  
CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE-PARTE 2°

Allegato L2

Data: Agosto 2015

SCALE DISEGNI:

Agg.: Ottobre 2015

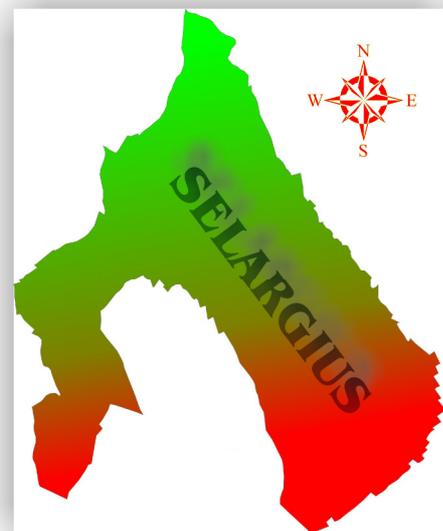
#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Nicola CONCAS

Dott. Ing. Giovanni MURGIA

#### RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Cecilia CANNAS



L'Assessore LL.PP.  
(Riccardo PASCHINA)

Comune di Selargius

Il Sindaco  
(Gianfranco CAPPAL)

## Indice

Titolo 2.1	<b>DISPOSIZIONI TECNICHE OPERE STRADALI</b> .....	10
Parte 2.1	<b>QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI</b> .....	10
Art.45	<b>Qualità e provenienza dei materiali</b> .....	10
Art.46	Art.1.1 Acqua .....	10
Art.47	Art.1.2 Calci .....	10
Art.48	Cementi e agglomerati cementizi .....	10
Art.49	Pozzolana .....	10
Art.50	Ghiaia, pietrisco e sabbia .....	10
Art.51	Terreni per soprastrutture in materiali stabilizzati .....	11
Art.52	Detrito di cava o tout venant di cava o di frantoio .....	12
Art.53	Tufi .....	12
Art.54	Cubetti di pietra .....	12
Art.55	Mattoni .....	12
Art.56	Materiali ferrosi .....	13
Art.57	Legname .....	13
Art.58	Bitumi .....	13
Art.59	Bitumi liquidi .....	13
Art.60	Emulsioni bituminose .....	13
Art.61	Catrami .....	14
Art.62	Polvere asfaltica .....	14
Art.63	Oli minerali .....	14
Art.64	Accettazione di prodotti riciclati non legati .....	15
Art.65	Prove dei materiali .....	15
Parte 2.2	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO</b> .....	16
Capo I	<b>Formazione del corpo stradale e relative pertinenze</b> .....	16
Art.66	Tracciamenti .....	16
Art.67	Scavi e rilevati in genere .....	16
Art.68	Rilevati compattati .....	17
Art.69	Rilevati e rinterrati addossati alle murature e riempimenti con pietrame .....	18
Capo II	<b>Opere d'arte</b> .....	18
Art.70	Scavi di sbancamento .....	18
Art.71	Scavi di fondazione .....	18
Art.72	Armature e sbadacchiature speciali .....	19
Art.73	Paratie o casseri in legname per fondazioni .....	20

Art.74	Malte e conglomerati .....	20
Art.75	Muratura in mattoni .....	21
Art.76	Murature di getto o calcestruzzi .....	22
Art.77	Opere in conglomerato cementizio armato.....	22
Art.78	Costruzione di vòltri .....	24
Art.79	Applicazione alle opere d'arte .....	24
Art.80	Cappe sui vòltri.....	25
Art.81	Coperture a lastroni .....	25
Art.82	Demolizioni .....	25
Art.83	Acquedotti e tombini tubolari .....	25
Art.84	Drenaggi e fognature .....	27
Capo III	<b>Carreggiata</b> .....	28
Art.85	Preparazione del sottofondo .....	28
Art.86	Costipamento del terreno in sito .....	28
Art.87	Modificazione dell'umidità in sito.....	28
Art.88	Rivestimento e cigliature con zolle e seminagioni .....	29
Art.89	Fondazioni .....	29
Art.90	Fondazione in pietrame e ciottolami .....	29
Art.91	Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia .....	29
Art.92	Massicciata .....	30
Art.93	Cilindratura delle massicciate .....	30
Art.94	Massicciata macadam ordinario .....	31
Art.95	Studi preliminari - prove di laboratorio in sito.....	32
Art.96	Attrezzatura di cantiere .....	32
Art.97	Operazioni preliminari .....	32
Art.98	Fondazioni .....	33
Art.99	Norme per la costruzione di sovrastrutture .....	33
Art.100	Norme per la costruzione di sovrastrutture.....	34
Art.101	Norme relative alla costruzione di sovrastrutture .....	36
Art.102	Fondazioni stradali in conglomerato cementizio .....	36
Art.103	Pavimentazioni in conglomerato cementizio.....	38
Art.104	Rete a maglie saldate in acciaio per armature di fondazioni o pavimentazioni in conglomerato cementizio .....	39
Art.105	Preparazione della superficie delle massicciate cilindrate da sottoporre a trattamenti superficiali o semipenetrazioni o a penetrazioni	39
Art.106	Eventuali delimitazioni e protezione dei margini dei trattamenti bituminosi .....	39
Art.107	Trattamenti superficiali ancorati eseguiti con emulsioni bituminose.....	40

Art.108	Trattamenti superficiali ancorati eseguiti con una prima mano di emulsione bituminosa a freddo e la seconda con bitume a caldo 41	
Art.109	Trattamento superficiale con bitume a caldo .....	42
Art.110	Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame .....	42
Art.111 massicciate	Trattamenti superficiali a freddo con polvere di roccia asfaltica miscela preventiva polverulenta per applicazione su nuove 42	
Art.112	Trattamenti superficiali in polvere di roccia asfaltica ad elementi separati, applicati su precedenti trattamenti bituminosi.....	44
Art.113	Trattamento superficiale con miscela fluida di polvere di roccia asfaltica .....	44
Art.114	Massicciata a macadam bituminoso mescolato in posto.....	45
Art.115	Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo .....	45
Art.116	Trattamento a penetrazione con bitume a caldo .....	45
Art.117	Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti.....	46
Art.118	Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi.....	49
Art.119	Conglomerato in polvere di roccia asfaltica e bitume liquido.....	50
Art.120	Lastricati.....	52
Art.121	Pavimentazioni diverse .....	53
Capo V	<b>Lavori diversi</b> .....	53
Art.122	Paracarri - indicatori chilometrici - termini di confine in pietra e barriere di sicurezza, marciapiedi ed opere per lo smaltimento delle acque piovane .....	53
Art.123	Segnaletica.....	54
Art.124	Seminagioni e piantagioni.....	54
Art.125	Lavori in ferro.....	54
Art.126	Lavori in legname.....	55
Art.127	Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli.....	55
Art.128	Lavori eventuali non previsti .....	55
Art.129	Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori .....	55
Art.130	Lavori e compensi a corpo .....	56
Art.131	Movimento di materie .....	56
Titolo 2.2	<b>DISPOSIZIONI TECNICHE OPERE FOGNARIE (QUALITÀ DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI - NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI</b> .....	58
Art.132	Qualità e provenienza dei materiali.....	58
Art.133	Campionatura e prove dei materiali .....	59
Art.134	Prove in opera.....	60
Art.135	Prove sulla produzione ordinaria .....	60
Art.136	Prove dirette .....	61
Art.137	Accettazione .....	61
Art.138	Acqua .....	61
Art.139	Leganti idraulici.....	61

Art.140	Cementi.....	61
Art.141	Agglomeranti cementizi .....	62
Art.142	Calci idrauliche .....	62
Art.143	Inerti lapidei.....	62
Art.144	PRODOTTI DI GRÈS CERAMICO .....	62
Art.145	Prescrizioni generali relative alla fornitura .....	62
Art.146	Prescrizioni di qualità dei prodotti in grès .....	63
Art.147	Materiali ferrosi .....	64
Art.148	Acciai per opere in conglomerato cementizio .....	64
Art.149	Ghisa .....	64
Art.150	Trattamenti protettivi superficiali.....	65
Art.151	Tubazioni prefabbricate.....	66
Art.152	Tubi di cloruro di polivinile.....	66
Art.153	Tubi in conglomerato cementizio semplice .....	66
Art.154	Prescrizioni relative alla fornitura .....	66
Art.155	Prescrizioni di qualità .....	67
Art.156	Controlli e collaudo .....	70
Art.157	Tubi in cemento armato.....	70
Art.158	Prescrizioni relative alla fornitura .....	70
Art.159	Prescrizioni di qualità .....	71
Art.160	Controllo e collaudo.....	72
Art.161	Tubi in fibrocemento .....	72
Art.162	Prescrizioni relative alla fornitura .....	72
Art.163	Prescrizioni di qualità .....	72
Art.164	Controlli e collaudo .....	73
Art.165	Tubi in ghisa sferoidale .....	73
Art.166	Prescrizioni sui tubi .....	73
Art.167	Rivestimento interno in malta cementizia .....	73
Art.168	Rivestimento esterno di zinco.....	74
Art.169	Tubi in polietilene .....	75
Art.170	Prescrizioni generali relative alla fornitura .....	75
Art.171	Prescrizioni di qualità .....	75
Art.172	Controlli e collaudo .....	76
Art.173	Anelli elastici per giunzioni di tubi .....	76
Art.174	Prescrizioni generali relative alla fornitura .....	76
Art.175	Prescrizioni di qualità .....	76

Art.176	Controlli e collaudo .....	78
Art.177	Camerette d'ispezione .....	78
Art.178	Prescrizioni relative alla fornitura .....	78
Art.179	Prescrizioni di qualità .....	78
Art.180	Controlli e collaudo .....	79
Art.181	Pozzetti prefabbricati per la raccolta delle acque stradali .....	79
Art.182	Dispositivi di chiusura e di coronamento .....	79
Art.183	Misura della freccia residua .....	82
Art.184	Applicazione della forza di controllo .....	82
Art.185	Dispositivi di discesa .....	82
Art.186	Tutti gli altri materiali non specificati .....	82
Parte 5	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO</b> .....	83
Art.187	Modo di esecuzione dei lavori .....	83
Art.188	Gestione dei lavori .....	83
Art.189	Coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette .....	83
Art.190	Interferenza con edifici ed infrastrutture .....	83
Art.191	Interferenze con edifici .....	83
Art.192	Interferenze con servizi pubblici sotterranei .....	84
Art.193	Interferenze con corsi d'acqua .....	84
Art.194	Realizzazione della fossa .....	84
Art.195	Scavo della fossa .....	84
Art.196	Armatura della fossa .....	85
Art.197	Aggottamenti .....	85
Art.198	Materiali di risulta .....	85
Art.199	Norme antinfortunistiche .....	86
Art.200	Casseri e dime .....	86
Art.201	Armature metalliche .....	86
Art.202	Realizzazione del supporto per i condotti prefabbricati .....	86
Art.203	Generalità .....	86
Art.204	Camicia in calcestruzzo .....	87
Art.205	Movimentazione dei tubi in cantiere .....	87
Art.206	Carico, trasporto e scarico .....	87
Art.207	Deposito ed accatastamento .....	88
Art.208	Accatastamento dei tubi in cantiere .....	88
Art.209	Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori .....	88
Art.210	Sfilamento dei tubi .....	88

Art.211	Modalità di posa dei tubi nella fossa .....	88
Art.212	Generalità .....	88
Art.213	Posa dei tubi in materiali rigidi .....	89
Art.214	Posa dei tubi in materie plastiche .....	89
Art.215	Giunzioni .....	90
Art.216	Prescrizioni generali .....	90
Art.217	Tenuta idraulica .....	90
Art.218	Comportamento alle sollecitazioni meccaniche .....	90
Art.219	Comportamento alle sollecitazioni termiche .....	91
Art.220	Comportamento all'attacco chimico .....	91
Art.221	Resistenza alle radici .....	91
Art.222	Giunzioni plastiche a freddo per tubi e pezzi speciali in calcestruzzo .....	91
Art.223	Prescrizioni di qualità .....	91
Art.224	Indicazioni di riconoscimento .....	92
Art.225	Prescrizioni sulla messa in opera .....	92
Art.226	Giunzioni plastiche a caldo .....	93
Art.227	Prodotti specifici .....	93
Art.228	Modalità esecutive.....	94
Art.229	Infissione di tubi mediante spinta idraulica .....	94
Art.230	Modalità di realizzazione dei manufatti.....	95
Art.231	Camerette d'ispezione .....	95
Art.232	Materiali e parti costruttive .....	95
Art.233	Collegamento alla canalizzazione .....	96
Art.234	Pozzetti per la raccolta delle acque stradali.....	96
Art.235	Dispositivi di chiusura e di coronamento .....	96
Art.236	Prova di impermeabilità della canalizzazione .....	97
Art.237	Allacciamenti alla canalizzazione di fognatura.....	98
Art.238	Opere metalliche .....	99
Art.239	Prescrizioni generali .....	99
Art.240	Prescrizioni relative alla fornitura .....	99
Art.241	Prescrizioni costruttive .....	99
Art.242	Protezioni superficiali .....	100
Art.243	Zincatura a caldo.....	100
Art.244	Preparazione delle superfici.....	100
Art.245	Trasporto .....	100
Art.246	Ripristini stradali .....	100

Parte 6	<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE</b> .....	101
Art.247	Prescrizioni di carattere generale .....	101
Art.248	Indagini meccaniche del terreno.....	101
Art.249	Disegni di rilievo.....	101
Art.250	Noleggi .....	102
Art.251	Scavi .....	103
Art.252	Rinterri .....	103
Art.253	Trasporti.....	104
Art.254	Sabbia, ghiaia e pietrisco .....	104
Art.255	Conglomerati cementizi, malte e murature .....	104
Art.256	Cementi armati .....	105
Art.257	Condotti di fognatura e manufatti relativi .....	105
Art.258	Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali.....	105
Art.259	Inizio e ordine dei lavori.....	106
Art.260	Verifiche e prove preliminari dell'impianto .....	106
Art.261	Verifiche provvisorie a lavori ultimati .....	106
Art.262	Esame a vista.....	107
Titolo 2.3	<b>DISPOSIZIONI TECNICHE ILLUMINAZIONE PUBBLICA (QUALITÀ DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI - NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI)</b> .....	107
Parte 8	<b>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI</b> .....	107
Art.263	Materiale in genere.....	107
Art.264	Zincatura di profilati in ferro o acciaio .....	107
Art.265	Verniciatura .....	107
Art.266	Sostegni.....	107
Art.267	Pali d'acciaio conici e rastremati.....	108
Art.268	Materiale elettrico .....	108
Art.269	Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti .....	108
Art.270	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro .....	108
Art.271	Cavi e conduttori.....	108
Art.272	Isolamento dei cavi: .....	108
Art.273	colori distintivi dei cavi: .....	108
Art.274	sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse: .....	109
Art.275	sezione dei conduttori di terra e protezione: .....	109
Art.276	conduttori di rame in genere: .....	109
Art.277	corda di rame:.....	109
Art.278	corda di lega di alluminio:.....	109

Art.279	connessioni rigide: .....	109
Art.280	prese di terra: .....	109
Art.281	materiale accessorio antfortunistico: .....	109
Parte 9	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI</b> .....	111
Art.282	Modalità di installazione dei cavi .....	111
Art.283	posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati: .....	111
Art.284	posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili: .....	112
Art.285	posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni che siano interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili; .....	112
Art.286	posa aerea di cavi elettrici, isolati non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi .....	112
Art.287	Caratteristiche tecniche delle linee.....	113
Art.288	Distanziamenti nelle linee aeree.....	113
Art.289	Distanziamenti negli impianti di pubblica illuminazione.....	113
Art.290	Distanziamenti dai limiti di carreggiata.....	113
Art.291	Altezze sulla carreggiata .....	113
Art.292	Distanziamenti dai conduttori di linee elettriche.....	113
Art.293	Sostegni per organi illuminanti e linee di distribuzione in b.t. ....	113
Art.294	Blocchi di fondazione .....	113
Art.295	Impianti di messa a terra .....	114
Art.296	Caratteristiche tecniche dell'impianto di illuminazione.....	114
Art.297	Tensione di alimentazione .....	114
Art.298	Corrente nominale .....	114
Art.299	Resistenza di isolamento verso terra .....	114
Art.300	Caduta di tensione lungo la linea .....	114
Art.301	Regolazione della corrente negli impianti in serie .....	114
Art.302	Perdite nella linea di alimentazione.....	115
Art.303	Perdite nelle apparecchiature di regolazione degli impianti in serie .....	115
Art.304	Fattore di potenza.....	115
Art.305	Distribuzione dei carichi sulle fasi .....	115
Art.306	Linee di alimentazione .....	115
Art.307	Apparecchi illuminanti .....	115
Art.308	Armature per sostegni curvi o dritti, per lampade a bulbo fluorescenti od a vapori di sodio .....	115
Art.309	Fornitura e posa in opera dei sostegni.....	116
Art.310	Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti .....	116
Art.311	Prove dei materiali.....	116
Art.312	Accettazione dei materiali .....	117
Art.313	Collaudo definitivo degli impianti .....	118

Art.314	Esame a vista.....	118
Art.315	Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione.....	118
Art.316	Misura della resistenza di isolamento.....	119
Art.317	Misura delle cadute di tensione per gli impianti di derivazione indipendenti .....	119
Art.318	Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi .....	119
Art.319	Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti .....	119
Art.320	Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo degli impianti .....	119
<b>Titolo 2.4</b>	<b>DISPOSIZIONI TECNICHE GIARDINAGGIO (QUALITÀ DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI - NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI)</b> .....	<b>121</b>
Art.321	Livellamento e spianamento del terreno .....	121
Art.322	Concimazione del terreno.....	121
Art.323	Semina .....	122
Art.324	Risemine .....	122
Art.325	Apporto di terreno da giardino .....	122
Art.326	Correzione della struttura fisica dei terreni .....	123
Art.327	Correzione della reazione chimica dei terreni .....	123
Art.328	Impianto di aiuole .....	123
Art.329	Piantagione di aiuole.....	124
Art.330	Trattamenti con erbicidi .....	125
Art.331	Trattamenti di disinfezione e disinfestazione .....	125
Art.332	Dicespugliamento .....	125
Art.333	Fornitura di piante .....	126
Art.334	Impianti di irrigazione .....	128

## **Titolo 2.1      DISPOSIZIONI TECNICHE OPERE STRADALI**

### **Parte 2.1      QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

#### **Art.45      Qualità e provenienza dei materiali**

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta, a suo giudizio insindacabile, non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Impresa.

#### **Art.46    *Art.1.1 Acqua***

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose all'uso cui è destinata, e non essere aggressiva per il conglomerato risultante e rispondente ai requisiti della norma UNI EN 1008 come richiesto dal D.M. 14/01/08 (NTC 2008). Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

#### **Art.47    *Art.1.2 Calci***

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella L. 26 maggio 1965, n. 595 nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 e nel D.M. 14/01/08 (NTC 2008). La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti. La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità. L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed, a seconda delle prescrizioni della Direzione dei lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

#### **Art.48    *Cementi e agglomerati cementizi***

- 1) I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 (*Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi*) e successive modifiche. Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella Legge 26 maggio 1965, n. 595, nel D.M. 31 agosto 1972 e nel D.M. 14/01/08 (NTC 2008).
- 2) A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del 9 marzo 1988, n. 126 (*Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi*), i cementi di cui all'Art. 1 lettera A) della Legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'Art. 6 della Legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
- 3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

#### **Art.49    *Pozzolana***

4)La pozzolana sarà ricavata da strati mondici da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230. Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

#### **Art.50    *Ghiaia, pietrisco e sabbia***

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti. Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza

meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per i lavori di notevole importanza l'Impresa dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da 40 a 71 mm (trattenuti dal crivello 40 e passanti da quello 71) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno da 40 a 60 mm (trattenuti dal crivello 40 e passanti da quello 60) se si tratta di volti o getti di un certo spessore; da 25 a 40 mm (trattenuti dal crivello 25 e passanti da quello 40) se si tratta di volti o getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo, avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

**I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi** dovranno corrispondere alle **norme di accettazione del fascicolo n. 4** ultima edizione, del **Consiglio Nazionale delle Ricerche**. I pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 e trattenuti dal crivello 25; i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 e trattenuti dal crivello 10; le graniglie quelle passanti dal crivello 10 e trattenute dallo staccio 2.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

#### **Art.51 Terreni per soprastrutture in materiali stabilizzati**

Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenze fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.). Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi similari di strade già costruite su analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei lavori, si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

- 1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere

- almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M., dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M. e dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;
- 2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40 e dal 3 al 10% al setaccio n. 200;
  - 3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa;
  - 4) strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al par. 1);
  - 5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40 e dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
  - 6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4; il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (Californian bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo.

In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg, dovrà risultare, per gli strati inferiori, non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70.

Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori a 0,5%.

#### **Art.52 Detrito di cava o tout venant di cava o di frantoio**

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

#### **Art.53 Tufi**

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili, nonché i cappellacci e saranno impiegate solo in relazione alla loro resistenza.

#### **Art.54 Cubetti di pietra**

I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle norme di accettazione di cui al fascicolo n. 5 della Commissione di studio dei materiali stradali del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

#### **Art.55 Mattoni**

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi ed infine non essere eccessivamente assorbenti. I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè, se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35°C, per la durata di 3 ore e per altre 3 ore posti in frigorifero alla temperatura di -10°, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto. I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 kg/cm<sup>2</sup>. Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni vigenti in materia. Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20/11/87 n.103. Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, assieme a quelle della norma UNI EN 771.

### **Art.56 Materiali ferrosi**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni legislative, dal D.M. 9 gennaio 1996, nonché dalle norme U.N.I. vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- 1) Ferro - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.
- 2) Acciaio dolce laminato - L'acciaio dolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di perdere la tempra.  
Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto sericeo.
- 3) Acciaio fuso in getti - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
- 4) Acciaio sagomato ad alta resistenza - Dovrà soddisfare alle seguenti condizioni: il carico di sicurezza non deve superare il 35% del carico di rottura; non deve inoltre superare il 40% del carico di snervamento quando il limite elastico sia stato elevato artificialmente con trattamento a freddo (torsione, trafila), il 50% negli altri casi. Il carico di sicurezza non deve comunque superare il limite massimo di 2400 kg/cm<sup>2</sup>.  
Detti acciai debbono essere impiegati con conglomerati cementizi di qualità aventi resistenza cubica a 28 giorni di stagionatura non inferiore a chilogrammi/cm<sup>2</sup> 250; questa resistenza è riducibile a kg/cm<sup>2</sup> 200 quando la tensione nell'acciaio sia limitata a kg/cm<sup>2</sup> 2200.  
Le caratteristiche e le modalità d'impiego degli acciai ad aderenza migliorata saranno quelle indicate nel D.M. 1° aprile 1983.
- 5) Ghisa - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

### **Art.57 Legname**

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alle vigenti leggi, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme U.N.I. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

### **Art.58 Bitumi**

Debbono soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali» di cui al «Fascicolo n. 2» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200 e B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100 e B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50 e B 30/40; per asfalto colato il tipo B 20/30.

### **Art.59 Bitumi liquidi**

Debbono soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali» di cui al «Fascicolo n. 7» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

### **Art.60 Emulsioni bituminose**

Debbono soddisfare alle «Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali» di cui al «Fascicolo n. 3» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

### **Art.61 Catrami**

conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN ISO 14688-1 (Identificazione e classificazione delle terre);

UNI EN 13285 (Miscele non legate – specifiche);

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 (Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade);

D.M. 11 aprile 2007 (Applicazione della Direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n.246, relativa all'individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati);

Circolare Ministero Ambiente del 15 luglio 2005, n. 5205;

D.M. 5 febbraio 1998.

Gli aggregati lapidei riciclati devono provenire da impianti per la produzione di materie prime secondarie per l'industria delle costruzioni edili e stradali, regolarmente autorizzati all'esercizio in conformità alla normativa vigente (d.lgs. 3 aprile 2006, n.152).

In relazione all'idoneità per l'utilizzo ai sensi delle norme relative alla Marcatura CE dei prodotti da costruzione, di norma, è previsto che il controllo della produzione in fabbrica (FPC) sia effettuato secondo il sistema di attestazione di livello 2+ (Certificazione di un Organismo Notificato).

Prima della fornitura del materiale, l'Impresa deve consegnare alla Direzione Lavori (DL) la documentazione in corso di validità comprovante la regolare marcatura CE del prodotto (Dichiarazione di Conformità CE), la conformità ai requisiti previsti dalle presenti prescrizioni tecniche e la conformità alle prescrizioni applicabili di natura ambientale.

L'Impresa può impiegare esclusivamente i prodotti approvati dalla Direzione Lavori (DL) ed ogni fornitura di materiale deve essere accompagnata dal Documento di trasporto e dall'Etichetta di Marcatura CE.

Nel caso in cui i prodotti siano stati ottenuti dall'esclusivo trattamento dei rifiuti provenienti dalle attività di scavo di materiali naturali, in terra ed in roccia, non è richiesta la conformità alle caratteristiche prestazionali (Circolare Ministero Ambiente del 15 luglio 2005, n. 5205).

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi per valutare le proprietà generali degli aggregati deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1.

La Direzione Lavori (DL) procede con la verifica di conformità secondo quanto previsto dalle presenti Norme tecniche. In ogni caso, i materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo e possedere le caratteristiche stabilite dalle Leggi, dai Regolamenti, dalle Norme armonizzate e dalle Norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nelle presenti Norme tecniche.

### **Art.62 Polvere asphaltica**

Deve soddisfare alle «Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asphaltiche per pavimentazioni stradali» di cui al «Fascicolo n. 6» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

### **Art.63 Oli minerali**

Gli oli da impiegarsi nei trattamenti in polvere di roccia asphaltica a freddo, sia di prima che di seconda mano, potranno provenire:

- da rocce asphaltiche o scisto-bituminose;
- da catrame;
- da grezzi di petrolio;
- da opportune miscele dei prodotti suindicati.

Gli oli avranno caratteristiche diverse a seconda che dovranno essere impiegati con polvere di roccia asphaltica di provenienza abruzzese o siciliana ed a seconda della stagione in cui i lavori verranno eseguiti. Se d'inverno, si ricorrerà al tipo di cui alla lett. A; se d'estate, al tipo di cui alla lett. B.

CARATTERISTICHE DI OLII DA IMPIEGARSI CON POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA DI PROVENIENZA ABRUZZESE		
CARATTERISTICHE	TIPO A (INVERNALE)	TIPO B (ESTIVO)
Viscosità Engler a 25 °C	3/6	4/8
Acqua	max 0,5%	max 0,5%
Distillato fino a 200 °C	min. 25% (in peso)	min. 30% (in peso)
Punto di rammollimento del residuo (palla o anello)	30/45	35/50
Contenuto di fenoli	max 4%	max 4%

CARATTERISTICHE DI OLII DA IMPIEGARSI CON POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA DI PROVENIENZA SICILIANA		
CARATTERISTICHE	TIPO A (INVERNALE)	TIPO B (ESTIVO)
Viscosità Engler a 25 °C	max 10	max 15
Acqua	max 0,5%	max 0,5%
Distillato fino a 230 °C	min. 10% (in peso)	min. 5% (in peso)
Residuo a 330 °C	min. 45%	min. 50%
Punto di rammollimento del residuo (palla o anello)	55/70	55/70
Contenuto di fenoli	max 4%	max 4%

Tutti i tipi suindicati potranno, in caso di necessità, essere riscaldati ad una temperatura non eccedente i 60°C.

#### **Art.64 Accettazione di prodotti riciclati non legati**

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei riciclati impiegati nelle costruzioni devono essere conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN ISO 14688-1 (Identificazione e classificazione delle terre);

UNI EN 13285 (Miscele non legate – specifiche);

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 (Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade);

D.M. 11 aprile 2007 (Applicazione della Direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n.246, relativa all'individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati);

Circolare Ministero Ambiente del 15 luglio 2005, n. 5205;

D.M. 5 febbraio 1998.

Gli aggregati lapidei riciclati devono provenire da impianti per la produzione di materie prime secondarie per l'industria delle costruzioni edili e stradali, regolarmente autorizzati all'esercizio in conformità alla normativa vigente (d.lgs. 3 aprile 2006, n.152).

In relazione all'idoneità per l'utilizzo ai sensi delle norme relative alla Marcatura CE dei prodotti da costruzione, di norma, è previsto che il controllo della produzione in fabbrica (FPC) sia effettuato secondo il sistema di attestazione di livello 2+ (Certificazione di un Organismo Notificato).

Prima della fornitura del materiale, l'Impresa deve consegnare alla Direzione Lavori (DL) la documentazione in corso di validità comprovante la regolare marcatura CE del prodotto (Dichiarazione di Conformità CE), la conformità ai requisiti previsti dalle presenti prescrizioni tecniche e la conformità alle prescrizioni applicabili di natura ambientale.

L'Impresa può impiegare esclusivamente i prodotti approvati dalla Direzione Lavori (DL) ed ogni fornitura di materiale deve essere accompagnata dal Documento di trasporto e dall'Etichetta di Marcatura CE.

Nel caso in cui i prodotti siano stati ottenuti dall'esclusivo trattamento dei rifiuti provenienti dalle attività di scavo di materiali naturali, in terra ed in roccia, non è richiesta la conformità alle caratteristiche prestazionali (Circolare Ministero Ambiente del 15 luglio 2005, n. 5205).

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi per valutare le proprietà generali degli aggregati deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1.

La Direzione Lavori (DL) procede con la verifica di conformità secondo quanto previsto dalle presenti Norme tecniche. In ogni caso, i materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo e possedere le caratteristiche stabilite dalle Leggi, dai Regolamenti, dalle Norme armonizzate e dalle Norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nelle presenti Norme tecniche.

#### **Art.65 Prove dei materiali**

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa, nei modi più datti a garantire l'autenticità.

**Capo I Formazione del corpo stradale e relative pertinenze****Art.66 Tracciamenti**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che dovesse indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

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

**Art.67 Scavi e rilevati in genere**

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988 tenendo in considerazione quanto riportato nel D.M. 14/01/08 (NTC 2008), nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi o banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, che dovranno perciò risultare paralleli all'asse stradale.

L'Impresa dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

**a Scavi**

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando essa, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartite. L'Impresa dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorre, con canali fuggatori. Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori della sede stradale, depositandole su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese. Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private. La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni. Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del Capitolato generale, art. 40, comma 3.

**b Rilevati**

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla lett. a) precedente, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati, dopo provveduto alla cernita e separato accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei per la formazione di ossature, inghiaiamenti, costruzioni murarie, ecc., i quali restano di proprietà dell'Amministrazione come per legge. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte di cui al seguente titolo B) sempreché disponibili ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra ed infine per le strade da eseguire totalmente in rilevato, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si vuol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei lavori; le quali cave potranno essere aperte dovunque l'Impresa riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto all'accennata idoneità delle materie da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria e forestale, nonché stradale, nei riguardi delle eventuali distanze di escavazione lateralmente alla costruenda strada. Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Impresa alla quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di

elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Impresa, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza. Le cave di prestito, che siano scavate lateralmente alla strada, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private. Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formano il corpo stradale, od opere consimili, dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto. La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno. La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature (vedi D.M. 14/01/08 (NTC 2008)).

Sarà obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte. Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate. Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione. Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei lavori.

#### **Art.68 Rilevati compattati**

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali (vedi norme di cui all'Art.1.6), da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione, o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno di impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 m, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la relativa umidità ottima. Se detto terreno di impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà aversi nei riempimenti e costipazioni a ridosso di piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

Sarà obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Fa parte della formazione del rilevato oltre la profilatura delle scarpate e delle banchine e dei cigli e la costruzione degli arginelli se previsti, il ricavare nella piattaforma, all'atto della costruzione e nel corso della sistemazione, il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massicciata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e dai cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'Impresa dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

### **Art.69 Rilevati e rinterri addossati alle murature e riempimenti con pietrame**

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

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

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi per quella larghezza e secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori. È vietato di addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a tutto carico dell'Impresa. Nella effettuazione dei rinterri l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

- a La bonifica del terreno dovrà essere eseguita, oltre quando prevista dal progetto, ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.
- b Se il terreno in sito risultasse altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, esso dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi secondo UNI EN 13242:
  - A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;
- c Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto b) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 secondo UNI EN 13242.
- d Al di sotto del piano di posa dei rilevati dovrà essere eseguito un riempimento di spessore non inferiore a 50 cm (materiale compattato) avente funzione di drenaggio. Questo riempimento sarà costituito da ghiaietto o pietrischetto di dimensioni comprese fra 4 e 20 mm con percentuale massima del 5% di passante al crivello 4 UNI.

Il materiale dovrà essere steso in strati non superiori a 50 cm (materiale soffice) e costipato mediante rullatura fino ad ottenere un modulo di deformazione non inferiore a 200 kg/cm<sup>2</sup>.

I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili, dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

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

## **Capo II Opere d'arte**

### **Art.70 Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

### **Art.71 Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione

dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione e per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra, di armare convenientemente, durante i lavori, la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm previsto nel titolo seguente, l'Impresa dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare, siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, le venissero impartite dalla Direzione dei lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resterà di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle accennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 cm suddetti verrà considerato e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggettamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Impresa dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti le saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Impresa sarà però tenuta ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

## ***Art.72 Armature e sbadacchiature speciali***

Per gli scavi di fondazioni

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie e restano a totale carico dell'Impresa essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo, finché il volume del legname non supera il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'Impresa.

Tale disposizione si applica anche agli scavi armati per fognature e taglio aperto.

### **Art.73 Paratie o casseri in legname per fondazioni**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in sommità, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzasse sotto la battitura, o che nella discesa deviasse dalla verticale, deve essere dall'Impresa, a sue cure e spese, estratto e sostituito.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere munite di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando il Direttore dei lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

### **Art.74 Malte e conglomerati**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1)	<b>Malta comune:</b>		
	Calce comune in pasta	0,45	mc
	Sabbia	0,90	mc
2)	<b>Malta semidraulica di pozzolana:</b>		
	Calce comune in pasta		
	2° Sabbia	0,45	mc
	Pozzolana	0,45	mc
3)	<b>Malta idraulica:</b>	0,45	mc
	Calce idraulica		ql
	Sabbia	0,90	mc
4)	<b>Malta idraulica di pozzolana:</b>		
	Calce comune in pasta	0,45	mc
	Pozzolana	0,90	mc
5)	<b>Malta cementizia:</b>		
	Agglomerante cementizio a lenta presa		ql
	Sabbia	1,00	mc
6)	<b>Malta cementizia (per intonaci):</b>		
	Agglomerante cementizio a lenta presa		ql
	Sabbia	1,00	mc
7)	<b>Calcestruzzo idraulico (per fondazione):</b>		
	Malta idraulica	0,45	mc
	Pietrisco o ghiaia	0,90	mc
8)	<b>Smalto idraulico per cappe:</b>		
	Malta idraulica	0,45	mc
	Pietrisco	0,90	mc
9)	<b>Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate):</b>		
	Cemento normale (a lenta presa)	2,00	ql
	Sabbia	0,400	mc
	Pietrisco o ghiaia	0,800	mc
10)	<b>Conglomerato cementizio (per cunette, piazzuole, ecc.):</b>		
	Agglomerante cementizio a lenta presa	2 ÷ 2,5	ql
	Sabbia	0,400	mc
	Pietrisco o ghiaia	0,800	mc
11)	<b>Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati:</b>		
	Cemento normale	3,00	ql
	Sabbia	0,400	mc
	Pietrisco o ghiaia	0,800	mc
12)	<b>Conglomerato cementizio per pietra artificiale (per parapetti o coronamenti di ponti, ponticelli o tombini):</b>		
	Agglomerante cementizio a lenta presa	3,50	ql
	Sabbia	0,400	mc

	Pietrisco o ghiaia	0,800	mc
	Graniglia marmo nella parte vista battuta a martellina		mc
13)	<b>Conglomerato per sottofondo di pavimentazioni in cemento a doppio strato:</b>		
	Agglomerante cementizio a lenta presa	2,00	ql
	Sabbia	0,400	mc
	Pietrisco	0,800	mc
14)	<b>Conglomerato per lo strato di usura di pavimenti in cemento a due strati, oppure per pavimentazioni ad unico strato:</b>		
	Cemento ad alta resistenza	3,50	ql
	Sabbia	0,400	mc
	Pietrisco	0,800	mc

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei lavori e che l'Impresa sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malta di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996 e del D.M. 14/01/08 (NTC 2008).

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

#### **Art.75 Muratura in mattoni**

I mattoni all'atto del loro impiego dovranno essere abbondantemente bagnati sino a sufficiente saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8, né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi nelle murature in mattoni dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori ai limiti di tolleranza fissati.

Le murature di rivestimento saranno fatte a ricorsi bene allineati e collegantisi a morsa con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i

mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessioni di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo tale che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva di intradosso tracciata sopra la centinatura e le connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

#### **Art.76 Murature di getto o calcestruzzi**

Il calcestruzzo da impiegarsi nelle fondazioni delle opere d'arte o in elevazione, o per qualsiasi altro lavoro sarà composto nelle proporzioni indicate nel presente Capitolato e che potranno essere meglio precisate dalla Direzione.

Il calcestruzzo sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali dell'altezza da 20 a 30 cm su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto incassati od a pozzo, dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo in caso di cavi molto larghi, la Direzione dei lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura, per ogni strato di 30 cm di altezza, dovrà essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia gettato sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi di immersione che la Direzione dei lavori prescriverà ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi e perda, sia pur minimamente, della sua energia.

Finito il getto e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei lavori riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimento di scarpate, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm e di bagnarlo con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

È vietato assolutamente l'impiego di calcestruzzi che non si potessero mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la loro preparazione debbono senz'altro essere gettati a rifiuto.

#### **Art.77 Opere in conglomerato cementizio armato**

Cemento armato e cemento armato precompresso.

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Impresa dovrà attenersi strettamente a tutte le norme vigenti per l'accettazione dei cementi e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio e a struttura metallica (D.M. 14/01/08 (NTC 2008), D.M. 3 giugno 1968 e D.M. 20 novembre 1984; L. 5 novembre 1971, n. 1086 e D.M. 9 gennaio 1996).

Nella formazione dei conglomerati di cemento si deve avere la massima cura affinché i componenti riescano intimamente mescolati, bene incorporati e ben distribuiti nella massa.

Gli impasti debbono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato e cioè debbono essere preparati di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

Per ogni impasto si devono misurare dapprima le quantità dei vari componenti, in modo da assicurare che le proporzioni siano nella misura prescritta, mescolando dapprima a secco il cemento con la sabbia, poi questa con la ghiaia o il pietrisco ed in seguito aggiungendo l'acqua con ripetute aspersioni e continuando così a rimescolare l'impasto finché assuma l'aspetto di terra appena umida.

Costruito, ove occorra, il cassero per il getto, si comincia il versamento dello smalto cementizio che deve essere battuto fortemente a strati di piccola altezza finché l'acqua affiori in superficie. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 cm.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta in modo da evitare, per quanto sia possibile, la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto, debbono essere sufficientemente robusti da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a 15 cm ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante.

I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme.

I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature.

La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo 20 cm). Quando sia necessario vibrare la cassaforma, è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratorii a frequenza elevata (da 4.000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).

I pervibratori vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti; nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec; lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile.

Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente, caso per caso, e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media 50 cm).

Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti in strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Man mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme, e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Le riprese debbono essere, per quanto possibile, evitate.

Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare bene la superficie del conglomerato eseguito precedentemente, se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o fatta si deve raschiare la superficie stessa e, prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione dei lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

In tutti i casi il conglomerato deve essere posto in opera per strati disposti normalmente agli sforzi dai quali la massa muraria di calcestruzzo è sollecitata.

Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici di contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita dai tratti o segmenti stessi, è assoggettata.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente.

Per lavori da eseguirsi con smalto cementizio in presenza di acqua marina, si debbono usare tutte le cure speciali atte particolarmente ad impedire la penetrazione di acqua di mare nella massa cementizia.

Per il cemento armato da eseguirsi per opere lambite dalle acque marine ovvero da eseguirsi sul litorale marino ovvero a breve distanza dal mare, l'armatura metallica dovrà essere posta in opera in modo da essere protetta da almeno uno spessore di 4 centimetri di calcestruzzo e le superfici esterne delle strutture in cemento armato dovranno essere boiaccate.

Per il cemento armato precompresso si studieranno la scelta dei componenti e le migliori proporzioni dell'impasto con accurati studi preventivi dei lavori.

Per le opere in cemento armato precompresso devono essere sempre usati, nei calcestruzzi, cementi ad alta resistenza con le prescritte caratteristiche degli inerti da controllarsi continuamente durante la costruzione, impasti e dosaggi da effettuarsi con mezzi meccanici, acciai di particolari caratteristiche meccaniche, osservando scrupolosamente in tutto le norme di cui alla L. 5 novembre 1971, n. 1086 e al D.M. 9 gennaio 1996.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Impresa spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità al progetto appaltato e ai tipi di esecutivi che le saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione dei lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni.

L'Impresa dovrà perciò avere sempre a disposizione, per la condotta effettiva dei lavori, un ingegnere competente per lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata di essi. Detto ingegnere, qualora non sia lo stesso assunto, dovrà però, al pari di questo essere munito dei requisiti di idoneità a norma di quanto è prescritto nel Capitolato generale.

Nella calcolazione dei ponti, i carichi da tenere presenti sono quelli indicati dal D.M. 2 agosto 1980 e dalla Circ. Min. LL.PP. 11 novembre 1980, n. 20977 nonché dal D.M. 4 maggio 1990 e dalla Circ. Min. LL.PP. 25 febbraio 1991, n. 34233.

Solo dopo intervenuta l'approvazione da parte della Direzione dei lavori, l'Impresa potrà dare inizio al lavoro, nel corso del quale si dovrà scrupolosamente attenere a quanto prescritto dalla Direzione dei lavori.

Spetta in ogni caso all'Impresa la completa ed unica responsabilità della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato.

Le prove verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei lavori, tenendo presente che tutte le opere dovranno essere atte a sopportare i carichi fissati nelle norme sopra citate.

Le prove di carico non si potranno effettuare prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto.

L'Impresa dovrà avere a disposizione per la condotta effettiva dei lavori un ingegnere competente per i lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata dei lavori medesimi. Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza della **L. 2 febbraio 1974** e **D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996**.

### **Art.78 Costruzione di vòlti**

I vòlti dei ponti, ponticelli e tombini saranno costruiti sopra solide armature, formate secondo le migliori regole ed in guisa che il manto o tamburo asseconi la curva dell'intradosso assegnata agli archi dai relativi disegni, salvo a tener conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento del vòlto dopo il disarmo.

È data facoltà all'Impresa di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Impresa l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i vòlti che, in seguito al loro disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta dei vòlti, saranno collocati in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione del vòlto. Gli eventuali coronamenti esterni dei vòlti presenteranno un addentellato che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo con la medesima. In quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per i vòlti in pietrame si impiegheranno pietre di forma per quanto possibile regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza e col martello; saranno collocati in opera con il lato maggiore nel senso del raggio della curva d'intradosso e in corsi o filari che esattamente corrispondano agli addentellati formati dai coronamenti esterni.

Nei vòlti con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 6 millimetri all'intradosso e di 12 all'estradosso.

I corsi che costituiscono un vòlto debbono essere in numero dispari.

A tale uopo l'Impresa per vòlti di piccolo raggio è obbligata, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, a mattoni speciali lavorati a raggio.

In ogni caso rimane vietato il sistema di vòlti a rotoli concentrici, ma la Direzione dei lavori, per vòlti a piccolo raggio, potrà a suo giudizio concedere l'adozione di un sistema misto e cioè a rotoli con frequenti corsi passanti. Per vòlti obliqui i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti secondo le linee dell'apparecchio che verrà prescritto.

Si avrà la maggiore cura tanto nella scelta dei materiali quanto nel loro collocamento in opera e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Per i vòlti in conglomerato cementizio il getto dovrà essere fatto a conci di limitata larghezza, ma dell'intera lunghezza e spessore, formati entro appositi casseri con le pareti normali alla superficie di intradosso.

I conci saranno costruiti simmetricamente da una parte e dall'altra della chiave ed in ultimo saranno gettati i conci alla chiave ed alle imposte per fare serraglie quando gli assestamenti delle centine siano già compiuti.

Lo stesso procedimento dovrà seguirsi tanto per i vòlti normali come per quelli obliqui. In questi ultimi, quando la obliquità sia molto forte, i conci non si costruiranno continui per tutta la lunghezza del vòlto, bensì a denti di sega.

Per vòlti di qualsiasi natura l'Impresa non procederà al disarmo senza il preventivo assenso del Direttore dei lavori. Le centinature saranno abbassate uniformemente in tutta la larghezza ed a poco a poco, evitando soprattutto che per una parte il vòlto rimanga privo di appoggio, mentre per un'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

### **Art.79 Applicazione alle opere d'arte**

Per diverse categorie di muratura.

L'applicazione delle sopradescritte categorie di muratura alle diverse opere d'arte comprese nell'appalto, salvo contrarie e più precise disposizioni della Direzione, si farà come segue.

Saranno in muratura:

a) di getto a calcestruzzo idraulico \_\_\_\_\_

b) di pietrame a secco \_\_\_\_\_

c) di pietrame con malta comune \_\_\_\_\_

d) di pietrame con malta \_\_\_\_\_

e) di mattoni con malta \_\_\_\_\_

f) di pietra da taglio: \_\_\_\_\_

1° a grana grossa \_\_\_\_\_

2° a grana ordinaria \_\_\_\_\_

3° a grana fina o mezzo fina \_\_\_\_\_

### **Art.80 Cappe sui vòlti**

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rin fianchi dei vòlti potrà essere costituito con le materie e le proporzioni volumetriche indicate all'Art.17, oppure in conglomerato cementizio, secondo quanto disporrà la Direzione dei lavori. Preparato l'impasto, prima di collocarlo in opera, le superfici da rivestire e le connessioni saranno diligentemente ripulite e lavate con acqua abbondante.

Lo smalto, o il conglomerato, si distenderà quando la superficie dell'estradosso si trova ancora umida in due o più strati, comprimendolo poi fortemente con spatole o con verghe strato per strato fino a che la malta si sarà prosciugata. La superficie dell'ultimo strato va poi spalmata con un intonaco di malta di cemento che dovrà essere lisciato fortemente con la cazzuola in modo da ridurlo a superficie regolare senza rughe o cavità.

Qualora venisse disposto l'impiego dello smalto, esso, quando avrà raggiunto sufficiente consistenza, sarà battuto con apposite verghe a più riprese ed a colpi incrociati, allo scopo di far scomparire le screpolature cagionate dall'essiccamento, umettandone la superficie per far luogo all'ultima pulitura e lisciatura, quindi verrà estradosso con fine malta idraulica.

Tanto lo smalto che il conglomerato, dopo ultimate le lavorazioni e messa in opera, dovranno essere riparati, dal sole e dalla pioggia, con stuoie od altro; si stenderà poi sulla sua superficie un leggero strato di sabbia per impedire un troppo celere essiccamento.

Gli speciali manti bituminosi verranno stesi direttamente sull'estradosso del vòlto preventivamente regolarizzato con malta.

Sui manti bituminosi che verranno eseguiti con le cautele che saranno prescritte, verrà poi disteso uno strato di smalto idraulico dello spessore di 5 cm. In tutti i casi la cappa deve essere coperta con uno strato di sabbia di almeno 10 cm.

Quando si prescrive la cappa in asfalto, questa, salve speciali prescrizioni del contratto, deve farsi con la proporzione di circa 8 a 10 kg di bitume naturale per ogni 100 kg di mastice di asfalto naturale e 50 kg di sabbia, regolando inoltre la quantità di bitume in modo che l'asfalto possa distendersi con facilità.

La cappa di asfalto deve costruirsi soltanto dopo che le murature dei vòlti e dei rin fianchi siano bene asciutte. La cappa, appena distesa e mentre è ancora pastosa, deve essere coperta con una spolveratura di sabbia che si incorpori nell'asfalto.

Le cappe non si debbono mai eseguire prima del disarmo dei vòlti.

### **Art.81 Coperture a lastroni**

I lastroni per copertura di acquedotti e tombini potranno essere in pietra da taglio della qualità più resistente, lavorati a filo dritto sulle due facce laterali di contatto e spianati alla grossa punta sulle loro superfici inferiore e superiore; la loro lunghezza dovrà essere tale da poter appoggiare su ciascun muro per una rientranza non minore di 20 cm e la larghezza minima di ogni pezzo nel senso dell'asse longitudinale dell'acquedotto non dovrà essere mai minore di 0,50 m.

I lastroni dovranno essere posati con malta e battuti con mazzuolo fino a far rifluire la malta stessa, in modo da assicurare l'uniforme appoggio sulla sottostante muratura.

Potranno essere anche ordinati in conglomerato cementizio armato; in tale caso si richiamano tutte le prescrizioni di cui all'Art.15 per l'esecuzione delle opere in cemento armato.

### **Art.82 Demolizioni**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

### **Art.83 Acquedotti e tombini tubolari**

Per gli acquedotti tubolari, qualora siano eseguiti in conglomerato cementizio e gettati in opera, nella parte inferiore della canna verranno usate semplici sagome; nella parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Essi non dovranno avere diametro inferiore a 80 cm qualora siano a servizio del corpo stradale.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni sottospecificate, saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posati in opera alle livellette e ai piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a 2 q di cemento

per m3 di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a 2,50 q di cemento per m3 di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

#### DIMENSIONE DEI TUBI E SPESSORE DELLA PLATEA

TUBI IN CM	SPESSORE DEI TUBI IN MM	SPESSORE DELLA PLATEA IN CM
80	70	20
100	85	25
120	100	30

#### Manufatti tubolari in lamiera zincata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza secondo UNI EN 10162 e U.N.I. 8661, con carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della scienza delle costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico avente uno spessore minimo di 1,5 mm inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di 1,5 kg/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

La Direzione dei lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare presso lo stabilimento di produzione prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A. 90-53.

Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO<sub>4</sub>, nella misura di 36 g ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle **U.N.I. 4007** e **7245**). Essi dovranno resistere all'immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso che gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

##### 1) Ad elementi incastrati per tombini.

L'ampiezza dell'onda sarà di 67,7 mm (pollici 2 e 3/4) e la profondità di 12,7 mm (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a dritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad «incastro», il bordo dritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegate nel tipo ad elementi incastrati saranno: la circolare con diametro variabile da 0,30 m a 1,50 m

che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica anche ribassata con luce minima di 0,30 e luce massima di 1,75 m.

2) *A piastre multiple per tombini e sottopassi.*

L'ampiezza dell'onda sarà di 152,4 mm (pollici 6) e la profondità di 50,8 mm (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di 28,6 mm (pollici 1 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 m.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G 8 (**UNI EN 3740**).

Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple circolari, con diametro compreso da 1,50 m a 6,40 m potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da 1,80 m a 6,50 m; ad arco con luce variabile da 1,80 m a 9,00 m; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 m a 7,00 m.

#### **Art.84 Drenaggi e fognature**

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessari saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei lavori disporrà all'atto esecutivo tanti pozzi quanti ne riterrà necessario praticare e, in relazione al saggio ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, sarà stabilita la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza da 2 a 3 m, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Impresa non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi.

Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenute da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.

Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 cm secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente col riempimento.

Tubi perforati per drenaggi

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda, rappresenti una linea simile ad una sinusoidale.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di 1,2 mm - con tolleranza secondo UNI EN 10162 e U.N.I. 8661 - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 34 kg/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo il processo Sendzmir con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

L'ampiezza dell'onda sarà di 38 mm (pollici 1 1/2) e la sua profondità di 6,35 mm (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

Per questo tipo di tubo l'unica forma impiegabile è quella circolare con diametro variabile da 15 a 25 cm.

Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dai rilevati.

Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

Posa in opera.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino «a contatto» della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di

scolare fuori dallo scavo in apposito scavo della larghezza di 0,50 m circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di 0,40 m e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua, e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Per quanto non contemplato nella presente norma si farà riferimento alle norme AASHTO M 36-74 e M 167-72.

### Capo III Carreggiata

#### **Art.85 Preparazione del sottofondo**

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Impresa, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori; quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

#### **Art.86 Costipamento del terreno in sito**

A) Se la sovrastruttura deve essere appoggiata sul terreno direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente capo a);

c) per le terre argillose, si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:

a) per terre sabbiose o ghiaiose, si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;

b) per le terre limose, in assenza di acqua, si procederà come indicato al comma a);

c) per le terre argillose, si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del Cap. A).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

#### **Art.87 Modificazione dell'umidità in sito**

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciandolo asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite del ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

#### **Art.88 Rivestimento e cigliature con zolle e seminagioni**

Tanto per le inzollature che per le seminagioni si dovranno preparare preventivamente le superfici da trattare riportando in corrispondenza delle stesse uno strato uniforme di buona terra vegetale, facendolo bene aderire al terreno sottostante, esente da radici, da erbe infestanti e da cotiche erbose, dello spessore di almeno 20 cm.

Per la inzollatura delle scarpate da eseguire dove l'ordinerà la Direzione dei lavori si useranno, dove è possibile, zolle da 20 a 25 cm e di almeno 5 cm di spessore, disposte a connesure alternate, zolle provenienti dagli scoticamenti generali eseguiti per gli scavi o per la preparazione del terreno purché le zolle siano tuttora vegetanti.

Le zolle saranno assestate battendole col rovescio del badile, in modo da farle bene aderire al terreno.

Per le seminagioni su scarpate si impiegheranno di regola semi di erba medica in quantitativi corrispondenti ad almeno 50 kg per ettaro o stoloni di gramigna.

Sulle superfici piane potrà essere ordinata anche la seminagione di loietto, in quantitativi corrispondenti ad almeno 200 kg di semi per ettaro.

In ogni caso la seminagione deve essere rullata e rastrellata in modo che i semi e gli stoloni di gramigna abbiano a risultare sicuramente coperti da uno strato di terra di spessore maggiore (2-3 cm) nel caso di gramigna.

Le seminagioni saranno mantenute umide dopo la loro ultimazione, mediante innaffiature, in modo da conservare e aiutare la vegetazione.

La seminagione sarà eseguita a stagione propizia.

#### **Art.89 Fondazioni**

Quando occorra, la massicciata deve essere munita di una fondazione che, a seconda delle particolari condizioni dei singoli lavori, viene realizzata con una delle seguenti strutture:

- a) in pietrame o ciottolami;
- b) in misto di ghiaia (o pietrisco) e sabbia; o materiale prevalentemente sabbioso;
- c) in materiale di risulta, come i prodotti di recupero delle demolizioni di precedenti massicciate o di costruzioni edilizie, i detriti di frantumazione, le scorie, le ceneri, ecc., purché nei materiali di risulta delle demolizioni non esistano malte gessose;
- d) in terra stabilizzata.

#### **Art.90 Fondazione in pietrame e ciottolami**

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolami entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e altre guide trasversali alla distanza reciproca di m. 15, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.

Ove la Direzione dei lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia sia provveduto alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista all'uopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'Impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindatura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o al pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a 10 cm.

#### **Art.91 Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia**

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindare non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindatura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo.

Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare in contatto con l'acqua.

### **Art.92 Massiciata**

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da forma, indicate in via di massima nel precedente Art.1.5, o da dimensioni convenientemente assortite.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od i ciottoloni di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla Direzione dei lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Il materiale di massiciata, preventivamente ammucciato in cumuli di forma geometrica od in cataste pure geometriche sui bordi della strada od in adatte località adiacenti, agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato nel precedente art. 5 e nelle curve il profilo che, ai sensi dello stesso art. 5 sarà stabilito dalla Direzione dei lavori.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massiciata stradale dovranno soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al «Fascicolo n. 4» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per la formazione della massiciata il materiale, dopo la misura, deve essere steso in modo regolare ed uniforme, ricorrendo alle comuni carriole o forche e, se possibile, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

Qualora la massiciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

### **Art.93 Cilindratura delle massicciate**

Salvo quanto è detto all'Art.33 per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massiciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uso ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.

Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14 e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte dell'Amministrazione).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massiciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in 3 categorie:

- 1) di tipo di chiuso;
- 2) di tipo parzialmente aperto;
- 3) di tipo completamente aperto;

a seconda dell'uso cui deve servire la massiciata a lavoro di cilindratura ultimato e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura - fatta eccezione per le compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massiciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La *cilindratura di tipo chiuso* dovrà essere eseguita con uso di acqua, per tuttavia limitato per evitare ristagni nella massiciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massiciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massiciata e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La *cilindratura di tipo semiaperto*, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

- a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare inaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massiciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm) e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massiciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
- b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massiciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massiciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti una volta completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massiciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massiciata impiegato ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La *cilindratura di tipo completamente aperto* differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massiciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, con le dimensioni appropriate, all'uopo prescritte nell'Riferimento non valido; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente all'applicazione del trattamento in penetrazione.

#### **Art.94 Massiciata macadam ordinario**

Le massicciate da eseguire e conservare a macadam ordinario saranno semplicemente costituite con uno strato di pietrisco o ghiaia di qualità, durezza e dimensioni conformi a quelle indicate nell'Art.1.5 precedente o da mescolanza di dimensioni assortite secondo gli ordini che saranno impartiti in sede esecutiva dalla Direzione dei lavori. I materiali da impiegare dovranno essere scevri di materie terrose, detriti, sabbie e comunque di materie eterogenee. Essi saranno posti in opera nell'apposito cassonetto spargendoli sul fondo ed eventuale sottofondo per un'altezza di ..... cm configurati accuratamente in superficie secondo il profilo assegnato alla sagoma trasversale in rettilineo fissata nei precedenti articoli per queste massicciate e a quello in curva che sarà ordinato dalla Direzione dei lavori.

Se per la massiciata è prescritta o sarà ordinata in sede esecutiva la cilindratura a fondo, questa sarà eseguita con le modalità relative al tipo chiuso descritto nel precedente articolo. In entrambi i casi si dovrà curare di sagomare nel modo migliore la superficie della carreggiata secondo i prescritti profili trasversali sopraindicati.

### **Art.95 Studi preliminari - prove di laboratorio in sito**

L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo ed argilla.

La Direzione dei lavori, in seguito all'esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.

Per l'accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagno-asciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.

Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:

- 1) prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell'aggregato (analisi granulometriche);
- 2) prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno;
- 3) prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante;
- 4) prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti;
- 5) prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.

L'Impresa durante l'esecuzione dei lavori provvederà ad eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la Direzione dei lavori riterrà opportune.

Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione saranno determinate periodicamente, mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare ed approvate dalla Direzione dei lavori.

### **Art.96 Attrezzatura di cantiere**

L'Impresa dovrà mettere a disposizione della Direzione dei lavori un laboratorio da campo opportunamente attrezzato per eseguire almeno le seguenti prove:

- 1) determinazione delle caratteristiche di costipamento;
- 2) determinazione del limite liquido;
- 3) determinazione del limite plastico;
- 4) determinazione del limite di ritiro;
- 5) determinazione delle caratteristiche granulometriche;
- 6) determinazione dell'umidità e densità in posto;
- 7) determinazione del C.B.R. in posto;
- 8) determinazione dell'indice di polverizzazione del materiale.

L'Impresa è tenuta a mettere la Direzione dei lavori in condizione di poter seguire le altre prove su terre presso il proprio laboratorio centrale o presso il laboratorio a cui l'Impresa affida l'esecuzione delle analisi.

Il macchinario che l'Impresa dovrà possedere come propria attrezzatura di cantiere dovrà rispondere agli usi a cui è destinato e consisterà:

- a) in *motolivellatori* che dovranno essere semoventi, forniti di pneumatici ed avere una larghezza base ruote non minore di 4 m;
- b) in *attrezzatura spruzzante* costituita da camions distributori a pressione o con altra attrezzatura adatta alla distribuzione dell'acqua a mezzo di barre spruzzatrici in modo uniforme e in quantità variabile e controllabile;
- c) in mezzi costipatori costituiti da:
  - 1) *rulli a piè di montone a semplice o a doppio tamburo* del tipo adatto per costipare il materiale che viene impiegato. Dovranno poter essere zavorrati fino a raggiungere la pressione unitaria richiesta dalla Direzione dei lavori;
  - 2) *carrelli pigiatori gommati* muniti di gomme lisce trainati da un trattore a ruote gommate di adeguata potenza traente oppure carrelli pigiatori gommati semoventi aventi possibilità di procedere nei due sensi con inversione di marcia;
  - 3) *rulli vibranti* capaci di sviluppare un carico statico variabile da un minimo di 300 kg fino a 1300 kg circa; ed una energia dinamica sinusoidale con vettore forza del peso prestabilito di volta in volta dalla Direzione dei lavori;
  - 4) *rulli compressori* lisci a tre ruote, del peso che verrà stabilito di volta in volta dalla Direzione dei lavori;
  - 5) *distributori meccanici regolabili e capaci di distribuire uniformemente* i materiali in quantitativi controllati per m<sup>2</sup> di superficie;
  - 6) *attrezzatura idonea per la miscelazione* quali: scarificatori, aratri a dischi, erpici o macchinari semoventi a singola o a doppia passata, motogradars.

Tutta l'attrezzatura di cantiere deve essere approvata dalla Direzione dei lavori prima di essere impiegata.

### **Art.97 Operazioni preliminari**

Le buche lasciate nel terreno di impianto dopo l'estirpazione delle radici saranno riempite con cura ed il materiale di riempimento dovrà essere costipato fino a raggiungere una densità uguale a quella delle zone adiacenti.

## **Art.98 Fondazioni**

La fondazione sarà costituita dalla miscela del tipo approvato dalla Direzione dei lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate. Il sistema di lavorazione e miscelazione del materiale può essere modificato di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione ai requisiti richiesti per ogni diversa miscela.

Ciascuno strato dovrà essere costipato con attrezzatura idonea al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegata. Durante il periodo di costipamento dovranno essere integrate le quantità di acqua che evaporano per vento, sole, calore, ecc.

Il materiale da usarsi dovrà corrispondere ai requisiti di cui all'Riferimento non valido e dovrà essere prelevato, ove sia possibile, sul posto.

L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.

Qualsiasi area che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

## **Art.99 Norme per la costruzione di sovrastrutture**

In terra stabilizzata con cemento.

Per l'esecuzione di tale tipo di sovrastruttura i lavori dovranno svolgersi nel seguente modo:

- a) prima di spargere il cemento, lo strato di materiale dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;
- b) il cemento dovrà essere distribuito uniformemente nelle quantità richieste ed il lavoro dovrà essere di soddisfazione piena per la Direzione dei lavori;
- c) l'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporate nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specificata dalla Direzione dei lavori per la miscela terra e cemento;
- d) ad avvenuta uniforme miscelazione della terra-acqua-cemento, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla Direzione dei lavori;
- e) la miscela dovrà essere mantenuta umida con l'aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, ed infine lo strato sarà rifinito secondo le norme che di volta in volta verranno impartite dalla Direzione dei lavori;
- f) dopo che la sovrastruttura di terra-cemento sarà ultimata, dovrà essere immediatamente protetta in superficie per un periodo di sette giorni con sabbia o con stuoie, onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.

Il macchinario da impiegare dovrà essere in buone condizioni d'uso e dovrà avere l'approvazione della Direzione dei lavori. Il macchinario che non sia di gradimento della Direzione dei lavori non potrà essere impiegato.

Il cemento da impiegarsi dovrà essere quello normale ai sensi della L. 26 maggio 1965, n. 595 e delle altre norme vigenti.

La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di cemento pozzolanico o di alto forno che corrispondano alle norme vigenti.

Il cemento dovrà essere consegnato in sacchi sigillati portanti scritto il marchio di fabbrica della cementeria. Ogni sacco dovrà essere in perfette condizioni al momento della consegna.

Il cemento dovrà essere depositato in luoghi asciutti al riparo dalla pioggia e dalle intemperie.

Tutto il cemento che per qualsiasi ragione risulterà parzialmente deteriorato o conterrà impurità sarà rifiutato.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

Il dosaggio del cemento nella miscela terra-cemento sarà stabilito in base alle caratteristiche della terra. Di norma la percentuale varierà dal 4 al 14% in peso sul peso secco del materiale ovvero dal 6 al 16% in volume sul volume della miscela costipata.

Il minimo dosaggio del cemento da usare è quello che:

- a) dia perdite di peso per la miscela terra-cemento rispetto al peso iniziale dopo 12 cicli di imbibizione ed essiccamento (eseguiti secondo la prova AASHTO-T 135/70) e dopo 12 cicli di gelo e disgelo eseguiti secondo la prova AASHTO-T 136/70) compresi, a seconda dei gruppi di appartenenza delle classificazioni AASHTO-T 145/73 nei seguenti limiti:

- Terre dei gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-5, non oltre il 14%;
- a)  dia variazione di volume durante i cicli di imbibizione ed essiccamento o di gelo o disgelo non superiore al 2% del volume dei provini all'atto della confezione;
- b)  dia contenuti di umidità, durante i cicli di imbibizione ed essiccamento o di gelo e disgelo, non superiori alle quantità che possono totalmente riempire i vuoti dei campioni all'atto della confezione;
- c)  dia resistenza alla compressione in proporzione crescente col trascorrere del tempo e con l'aumento del dosaggio del cemento nei limiti di quei dosaggi che producono risultati rispondenti ai requisiti specificati ai punti a, b, c più sopra specificati.

L'attrezzatura di cantiere indicata al precedente Art.35 dovrà essere integrata come segue:

- a) spargitori di cemento equipaggiati con sistemi di proporzionamento e distribuzioni tali da assicurare che lo spargimento venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e da assicurare la distribuzione con una tolleranza massima del 4% della quantità teorica richiesta per metro quadrato;
- b) sarchiatori regolabili per rimuovere le superfici costipate;
- c) spazzolatrici automatiche o del tipo trainato da impiegarsi nei lavori di rifinitura.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre alle analisi e prove previste all'art. 60 anche le seguenti:

- a) determinazione della rispondenza delle caratteristiche del cemento alle norme di accettazione in vigore;
- b) determinazione del contenuto in cemento;
- c) determinazione dei tempi di presa del cemento.

I lavori potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiori a 4°C ed il tempo non sia piovoso o molto nebbioso.

Il terreno da stabilizzare con detto sistema dovrà essere accuratamente preparato secondo le sagome, le inclinazioni previste da progetto prima di provvedere allo spargimento del cemento.

La miscela terra-cemento si potrà considerare sufficientemente polverizzata quando l'80% del terreno, ad esclusione degli elementi lapidei, passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm). Se la normale procedura di miscelazione non dovesse dare questo grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà fare una polverizzazione preventiva prima di spargere il cemento onde assicurare il raggiungimento di tali requisiti nella finale miscelazione dell'impasto.

La quantità indicata di cemento richiesta per tutta la profondità del trattamento dovrà essere uniformemente distribuita sulla superficie in modo soddisfacente per la Direzione dei lavori. Il cemento dovrà essere sparso solamente su quella parte del terreno che si prevede di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stato sparso di fresco il cemento fino a quando questo non sia stato miscelato col terreno.

Immediatamente dopo che il cemento è sparso, il macchinario per la stabilizzazione dovrà muoversi per polverizzare il terreno mescolando il cemento ed aggiungendo la richiesta quantità d'acqua attraverso le barre spruzzatrici a pressione. Il macchinario dovrà infine provvedere allo spargimento della miscela ottenuta su tutta la larghezza del trattamento in modo che sia pronta per essere costipata con idonea attrezzatura indicata dalla Direzione dei lavori.

La percentuale di umidità nella miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dalla Direzione dei lavori, e non maggiore del 2% circa di tale ottimo. Questa umidità ottima indicata sarà quella che dovrà risultare a miscela completata e sarà determinata con l'uso dei metodi rapidi prestabiliti dalla Direzione dei lavori o con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità. Sarà responsabilità dell'Impresa di aggiungere l'appropriata quantità di umidità alla miscela.

La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dalla Direzione dei lavori, fino al raggiungimento della densità indicata di volta in volta dalla Direzione dei lavori stessa.

La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei mezzi costipanti dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa del cemento.

Dopo che la miscela sarà stata costipata ed in alcuni casi prima che il costipamento sia stato portato a termine, la superficie del terreno dovrà essere livellata secondo le sagome e le inclinazioni indicate in progetto.

L'umidità contenuta nella miscela dovrà essere mantenuta all'ottimo prestabilito fino al termine delle operazioni.

Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna interruzione delle operazioni di lavoro, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.

Dopo che la sovrastruttura sarà ultimata secondo le norme suindicate, essa dovrà venire immediatamente protetta in modo da preservare la miscela da perdite di umidità durante il periodo di sette giorni, ad esempio, mediante l'uso di sabbia umida, di sacchi bagnati, di paglia umida, o di emulsione bituminosa. Il traffico potrà essere aperto solo dopo sette giorni e, dopo tale termine, potrà essere applicato l'eventuale rivestimento superficiale.

### **Art.100 Norme per la costruzione di sovrastrutture**

In terra stabilizzata con legante bituminoso.

In detto tipo di sovrastruttura la massima dimensione degli elementi lapidei facenti parte del terreno non deve essere maggiore di 1/3 dello spessore finito dello strato stabilizzato.

Il terreno dovrà essere libero da materie organiche, radici, ecc. e, di norma, dovrà avere la seguente composizione granulometrica:

DENOMINAZIONE DEI SETACCI	PERCENTUALE DEL PASSANTE
n. 4 (4,760 mm)	da 50 o più
n. 40 (2,000 mm)	da 50 a 100
n. 200 (0,074 mm)	non più di 35

La frazione passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido inferiore a 30 e un indice di plasticità inferiore a 10. Norme particolari verranno impartite dalla Direzione dei lavori qualora si debbano stabilizzare terreni dei seguenti tipi:

a) terreni ad elevato limite di plasticità;

b) sabbie pure.

I leganti bituminosi potranno essere costituiti da bitumi flussati del tipo a rapida o media maturazione oppure da emulsioni bituminose di tipo stabile approvate dalla Direzione dei lavori.

Il dosaggio di legante bituminoso da aggiungere al terreno verrà stabilito dalla Direzione dei lavori.

L'acqua da usarsi dovrà essere esente da qualsiasi sostanza organica, da acidi, da alcali, ecc.

La campionatura del materiale costituente il terreno che entra a far parte della miscela dovrà essere prelevata ad intervalli di 150 metri almeno su ciascun tratto di strisce da lavorare.

Campioni rappresentativi della struttura ultimata dovranno essere prelevati almeno ogni 40 metri per la determinazione in laboratorio del contenuto di legame bituminoso.

Tutto il macchinario destinato alla polverizzazione del terreno, all'applicazione del legante bituminoso, al costipamento ed alla rifinitura secondo le presenti norme dovrà avere l'approvazione della Direzione dei lavori. Tale attrezzatura sarà costituita da:

1) Macchine stabilizzatrici che potranno essere dei seguenti tipi:

a) tipo che scarifica, polverizza il terreno e lo miscela in unica passata col legame bituminoso, lasciando la miscela depositata dietro di sé e pronta per le successive operazioni di aerazione, livellamento e costipamento;

b) tipo che effettua il proporzionamento e il miscelamento del materiale in mucchi lasciando la miscela ad avvenuta lavorazione sempre in formazione di mucchi e pronta per le successive operazioni di stesura, aerazione, livellamento e costipamento.

Entrambi i tipi suindicati dovranno essere in grado di assicurare l'aggiunta di legante bituminoso con la precisione dello 0,5% sulle quantità prestabilite.

2) Attrezzature sussidiarie costituite da:

a) serbatoi mobili per il legante bituminoso;

b) autobotti per acqua;

c) motolivellatrici;

d) frangizolle o macchine adatte per rimiscelare il materiale nel caso che non si intenda impiegare per l'aerazione la stessa attrezzatura usata per la formazione della miscela;

e) terne di rulli a piè di pecora capaci di sviluppare la pressione specifica all'estremità dei piedi che verrà stabilita dalla Direzione dei lavori;

f) carrelli pigiatori gommati a ruote multiple aventi le caratteristiche di carico per ruota e di pressione specifica che verranno stabilite dalla Direzione dei lavori;

g) rulli lisci del peso che verrà stabilito dalla Direzione dei lavori;

h) spazzolatrici.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre le prove previste nei precedenti articoli, anche le seguenti:

a) determinazione della percentuale di acqua nelle emulsioni bituminose;

b) determinazione della percentuale di bitume nella miscela terra-bitume;

c) determinazione della stabilità della miscela terra-bitume (Hubbard-Field, o apparecchiatura similare);

d) determinazione della viscosità Engler.

L'Impresa è tenuta a mettere la Direzione dei lavori in condizione di poter eseguire eventuali altre prove che quest'ultima dovesse richiedere presso il laboratorio centrale dell'Impresa o presso quel laboratorio a cui l'Impresa affida l'esecuzione delle analisi.

Prima dell'aggiunta del legante bituminoso si dovrà mettere il terreno in condizione di avere un contenuto di umidità inferiore al 4% in peso secco del materiale e dovrà essere regolato con essiccazione o con aggiunta di acqua a seconda dei dosaggi stabiliti dalla Direzione dei lavori.

Il terreno, ad esclusione degli elementi lapidei, dovrà essere polverizzato fino a che l'85% passi attraverso il setaccio da 3/8" (9,52 mm) e non meno del 75% passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm).

Non si dovrà procedere alla costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso durante periodi

eccessivamente freddi o umidi senza autorizzazione scritta della Direzione dei lavori.

Il legante bituminoso non dovrà essere applicato qualora la temperatura ambiente sia inferiore a 10°C. Le temperature alle quali dovranno essere portati eventualmente i leganti bituminosi verranno, a seconda del tipo di legante usato e a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori.

Dopo che il terreno sarà miscelato col legante bituminoso, la miscela dovrà essere aerata fino a raggiungere un contenuto di umidità non superiore al contenuto ottimo, stabilito dalla Direzione dei lavori per un appropriato costipamento. Il sistema per ridurre il contenuto di umidità della miscela è quello di procedere alla aerazione effettuata con motolivellatrici, aratri a dischi, mescolatrici di terreno, rastrelli, frangizolle e le stesse macchine stabilizzatrici.

Per il costipamento potranno usarsi oltre le macchine più sopra indicate, anche, se richiesto dalla Direzione dei lavori, rulli vibranti del tipo che verrà indicato dalla Direzione dei lavori stessa.

A sovrastruttura ultimata, dopo 48 ore, dovrà essere protetta la superficie con l'applicazione di un velo legante bituminoso dello stesso tipo usato per formare la miscela in quantità generalmente equivalente alla spalmatura di seconda mano dei trattamenti superficiali (circa 0,5 kg/m<sup>2</sup>).

### **Art.101 Norme relative alla costruzione di sovrastrutture**

con pozzolana stabilizzata con calce idrata

Per quanto concerne le modalità per la costruzione di detto tipo di sovrastrutture valgono le norme indicate all'Art.38 per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento.

Anche per questo tipo di sovrastruttura occorrono i medesimi macchinari richiesti dal tipo di sovrastrutture di cui al richiamato Art.38

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da permettere oltre alle analisi e prove previste all'Art.38, anche le determinazioni delle caratteristiche sulle calce, secondo le norme vigenti e precisamente:

- a) stabilità di volume;
- b) finezza;
- c) contenuto di umidità;
- d) contenuto di carbonati;
- e) contenuto di idrati, calce e magnesio.

L'Impresa è tenuta a mettere la Direzione dei lavori in condizioni di poter eseguire eventuali altre analisi che quest'ultima dovesse richiedere, con specifico riguardo alle prove con apparato triassiale, presso il laboratorio centrale dell'Impresa o presso quel laboratorio a cui l'Impresa affida l'esecuzione delle analisi.

La pozzolana da usarsi dovrà essere esente da materie organiche e vegetali.

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

La miscela di pozzolana e calce idrata sarà nelle quantità da stabilirsi di volta in volta, in base a prove di stabilità eseguite su miscele di calce idrata e del particolare tipo di pozzolana impiegata. Le norme saranno eseguite col metodo della compressione triassiale e non verranno accettate quelle miscele per le quali la linea di involuppo dei relativi cerchi di Mohr sia sottostante a quella avente un'inclinazione di 45° sull'orizzontale ( $j = 45^\circ$ ) ed intersecante l'asse delle ordinate nel punto corrispondente a 3 kg/cm ( $c = 3 \text{ kg/cm}$ ).

Dopo che lo strato stabilizzato sarà stato ultimato, la superficie finita dovrà essere protetta con successive irrorazioni di acqua per mantenere l'umidità durante il periodo di sette giorni.

Durante questo periodo lo strato stabilizzato non dovrà essere disturbato e pertanto non potrà essere aperto al traffico di qualsiasi genere.

### **Art.102 Fondazioni stradali in conglomerato cementizio**

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avrà le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n. 4 delle Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali, ultima edizione) e sarà di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelli della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme suindicate e saranno della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori di 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo e di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà

rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con 200 kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati ed una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore ad un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata ed a 1,5 minuti nelle impastatrici a tamburo, contandosi il tempo a partire dal termine dell'immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro, o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo ad eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'Impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare l'uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'Impresa desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aeratori o plastificati, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei lavori; le spese relative saranno a carico dell'Impresa.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'Impresa avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia dello spessore di almeno un centimetro.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'Impresa dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, munite di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione. L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più o in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettate distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiore a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare, durante l'operazione, gli elementi degli aggregati e da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; in particolare si dovrà evitare che sulla superficie della pavimentazione si formino strati di materiale fino.

I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (binder). Pertanto, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della vibrazione, mediante spazzoloni moderatamente bagnati, fino ad ottenere lo scoprimento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazioni od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopraddetti, l'Amministrazione potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi quando anche si trattasse di lastre intere. L'Impresa è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.

Essi, per le strade a due corsie, verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata mentre, per le strade aventi un numero maggiore di corsie, i giunti verranno costruiti in corrispondenza della linea di separazione ideale fra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale ed interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità ed a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'Impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere un'altezza di almeno 3 cm inferiore a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette deve essere fatta con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera, dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad inciderli con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con fratazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di un centimetro.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno alla metà dello spessore totale della fondazione in modo da indurre la successiva rottura spontanea delle lastre in corrispondenza della sezione di minore resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Bitume penetrazione da 80 a 100	20% in peso;
Mastice di asfalto in pani	35% in peso;
Sabbia da 0 a 2 mm	45% in peso.

### ***Art.103 Pavimentazioni in conglomerato cementizio***

Valgono per le pavimentazioni tutte le norme indicate nel precedente articolo per le fondazioni in calcestruzzo di cemento.

In questo caso però il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature e sarà dosato con tre quintali di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La superficie della pavimentazione, a vibrazione ultimata, dovrà presentare un leggero affioramento di malta,

sufficiente per la perfetta chiusura e lisciatura del piano del pavimento.

Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia anche se questa fosse confezionata con una più ricca dosatura di cemento. Prima che il calcestruzzo inizi la presa e quando il piano sia sufficientemente asciutto si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina, così da renderla sicuramente scabra.

Si avrà particolare cura affinché i bordi dei giunti longitudinali e trasversali siano leggermente arrotondati con una curva di raggio di un centimetro e siano rifiniti in piano perfetto con la rimanente pavimentazione.

#### ***Art.104 Rete a maglie saldate in acciaio per armature di fondazioni o pavimentazioni in conglomerato cementizio***

A 5 cm dal piano finito della pavimentazione o fondazione del conglomerato cementizio, sarà fornita e posta in opera una rete metallica avente le caratteristiche appresso indicate.

Lo spessore dei singoli fili nonché le dimensioni delle maglie verranno fissate dalla Direzione dei lavori. Per la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, si fissano i limiti da 75 mm a 300 mm.

La rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza tipo UNI EN 10223, trafilati a freddo, con resistenza a trazione di 60 kg/mm<sup>2</sup> ed un allungamento dell'8%.

La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti di incrocio delle singole maglie.

La saldatura deve avvenire in modo che si stabilisca la continuità di struttura dei due fili, e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra 1/4 ed 1/2 del diametro del filo.

Per la prova della rete si preleveranno delle barrette ognuna delle quali dovrà contenere almeno un punto d'incrocio saldato.

Saranno ammessi scarti del diametro dei fili dell'ordine del 3% in più od in meno rispetto alla sezione nominale.

Nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al 5% in più o in meno rispetto alle dimensioni prescritte.

La rete verrà contabilizzata e liquidata in base al peso effettivo del materiale impiegato. Nel prezzo relativo di elenco sono compresi tutti gli oneri di fornitura del materiale, l'esecuzione della rete, la sua posa in opera, i ganci, i trasporti, gli sfridi e tutto quanto altro occorra.

### **Capo IV**

#### **Sovrastrutture**

#### ***Art.105 Preparazione della superficie delle massicciate cilindrate da sottoporre a trattamenti superficiali o semipenetrazioni o a penetrazioni***

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata.

Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.

Per quanto riguarda i leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

#### ***Art.106 Eventuali delimitazioni e protezione dei margini dei trattamenti bituminosi***

Nella prima esecuzione dei trattamenti protetti a base di leganti, quando la Direzione dei lavori lo richieda e ciò sia contemplato nel prezzo di elenco, l'Impresa dovrà provvedere alla loro delimitazione lungo i margini con un bordo di pietrischetto bituminato della sezione di 5 x 8 cm.

A tale scopo, prima di effettuare la pulitura della superficie della massicciata cilindrata che precede la prima applicazione di leganti, verrà, col piccone, praticato un solco longitudinale, lungo il margine della massicciata stessa, della profondità di circa 5 cm e della larghezza di circa 8 cm.

Ultimata la ripulitura ed asportate le materie che avessero eventualmente ostruito il solco, si delimiterà con quest'ultimo, in aderenza al margine della massicciata, il vano che dovrà riempirsi con pietrischetto bituminato, mediante regoli aventi la faccia minore verticale e sufficientemente sporgenti dal suolo, i quali saranno esattamente

collocati in modo da profilare nettamente il bordo interno verso l'asse stradale.

Riempito quindi il vano con pietrischetto bituminato, si procederà ad un'accurata battitura di quest'ultimo mediante sottili pestelli metallici di adatta forma, configurando nettamente la superficie superiore del cordolo all'altezza di quella della contigua massiciata.

Si procederà poscia al previsto trattamento di prima applicazione, coprendo anche la superficie del cordolo, dopo di che, con le norme di cui appresso relative ai vari trattamenti, si provvederà allo spargimento di graniglia ed alla successiva bitumatura.

La rimozione dei regoli di contenimento del bordo non verrà fatta se prima quest'ultimo non abbia raggiunto una sufficiente consistenza tale da evitarne la deformazione.

Prima dell'esecuzione, a rinalzo del bordo verso l'esterno, verrà adoperato il materiale detritico proveniente dall'apertura del solco.

Il pietrischetto da impiegarsi per il bordo sarà preparato preferibilmente a caldo: è ammesso, peraltro, anche l'impiego di materiale preparato con emulsioni bituminose, purché la preparazione sia fatta con qualche giorno di precedenza e con le debite cure, in modo che i singoli elementi del pietrischetto risultino bene avviluppati da bitume già indurito e che la massa sia del tutto esente da materie estranee e da impurità.

#### ***Art.107 Trattamenti superficiali ancorati eseguiti con emulsioni bituminose***

La preparazione della superficie stradale dovrà essere effettuata come prescritto dall'art. 70.

La prima applicazione di emulsione bituminosa sarà fatta generalmente a spruzzo di pompe a piccole dimensioni da applicarsi direttamente ai recipienti, eccezionalmente a mano con spazzoloni di piassave, regolando comunque l'uniformità della stesa del legante; rinunciandosi, ormai, quasi sempre, per avere una sufficiente durata del manto, al puro trattamento superficiale semplice ed effettuandosi, quindi, una vera e propria, sia pur limitata, semipenetrazione parziale (onde il nome di trattamento superficiale ancorato), non si dovrà mai scendere, nella prima mano, sotto 3 kg/m<sup>2</sup> e dovranno adoperarsi emulsioni al 55% sufficientemente viscosi. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento sia allentata la rottura dell'emulsione perché tale spandimento risulti favorito: e quindi, ove nella stagione calda la massiciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Di norma, in luogo di procedere alla stesa dell'emulsione in un sol tempo, tanto per evitare dispersione di legante nella massiciata quanto per assicurarsi che la massiciata sia stata ben cilindrata a fondo, senza che si faccia assegnamento sull'azione del legante per ovviare a difetti di frettolosa cilindatura e soprattutto onde ottenere che già si costituisca una parte di manto di usura, si suddividerà in due successivi spandimenti la prima mano: spandendo in un primo tempo 2,000 kg di emulsione per metro quadrato di superficie di carreggiata e praticando subito dopo un secondo spandimento di 1,000 kg di emulsione facendo seguire sempre ai trattamenti una leggera cilindatura. La quantità complessiva di graniglia di saturazione delle dimensioni da 10 a 15 mm per la prima stesa e di 5 mm circa per la seconda mano, salirà ad almeno 20 litri per metro quadrato per i due tempi e di ciò si terrà conto nel prezzo. Aperta la strada al traffico, dopo i due tempi, l'Impresa dovrà provvedere perché per almeno otto giorni dal trattamento il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo se del caso ad aggiunta di pietrischetto.

Dopo otto giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (spalmatura che costituirà il manto di usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto all'occorrenza ad un'accurata rappazzatura della già fatta applicazione ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappazzatura sarà preferibilmente eseguita con pietrischetto bituminato.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà non minore di 1,200 kg/m<sup>2</sup>, salvo maggiori quantitativi che fossero previsti nell'elenco dei prezzi.

Allo spandimento dell'emulsione seguirà - immediatamente dopo o con un certo intervallo di tempo, a seconda della natura dell'emulsione stessa - lo spargimento della graniglia (normale o pietrischetto) di saturazione della dimensione di circa 8 mm della quantità complessiva di circa un metro cubo per ogni 100 m<sup>2</sup> di carreggiata e lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem.

Detto pietrischetto o graniglia proverrà prevalentemente da idonee rocce di natura ignea comunque aventi resistenza alla compressione non inferiore a 1500 kg/cm<sup>2</sup>, coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente di qualità non inferiore a 14.

I quantitativi di emulsione bituminosa e di graniglia potranno variare all'atto esecutivo con susseguente variazione dei prezzi. È tassativamente vietato il reimpiego del materiale proveniente dalla prima mano rimasto libero che viene raccolto mediante scopatura del piano viabile prima dell'applicazione della seconda mano.

Nella pezzatura della graniglia si dovrà essere assolutamente esigenti evitando il moniglio così da avere una superficie sufficientemente scabra a lavoro finito. Lo spandimento del materiale di ricoprimento dovrà preferibilmente essere fatto con macchine che assicurino una distribuzione perfettamente uniforme.

Il quantitativo di materiale bituminoso sparso verrà controllato in confronto alla capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e all'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Si compileranno comunque, secondo le disposizioni che impartirà la Direzione dei lavori, verbali e rapporti circa i fusti giunti in cantiere, il loro peso medio

accertato, il loro essere più o meno pieni e il peso dei fusti vuoti dopo l'uso.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno campioni che saranno avviati ai laboratori per le occorrenti analisi e prove.

Indipendentemente da quanto potrà risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere della Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato sufficienti risultati e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segno di rammollimenti, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

#### ***Art.108 Trattamenti superficiali ancorati eseguiti con una prima mano di emulsione bituminosa a freddo e la seconda con bitume a caldo***

Per la preparazione della superficie stradale e per la prima applicazione di emulsione bituminosa a semipenetrazione valgono tutte le norme stabilite dall'articolo precedente.

La Direzione dei lavori potrà egualmente prescrivere l'applicazione del primo quantitativo di emulsione suddividendo i 3,000 kg (o altra maggiore quantità che fosse prescritta) in due tempi con conseguente aumento di materiale di copertura.

L'applicazione del bitume a caldo per il trattamento superficiale sarà fatta con bitume in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> e sarà preceduta da un'accurata ripulitura del trattamento a semipenetrazione, la quale sarà fatta esclusivamente a secco e sarà integrata, se del caso, dagli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, da eseguirsi di norma con pietrischetto bitumato.

Detta applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco: si dovrà quindi tenere presente che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre (salvo un ottobre particolarmente caldo); che se la superficie stradale è troppo fredda ed umida non si ottiene aderenza del legante; che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi. Condizione ideale sarebbe che la temperatura della strada raggiungesse i 40°C.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura tra i 160°C e 180°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

Il controllo della temperatura dovrà essere rigoroso per non avere, per insufficiente riscaldamento, una fluidità ovvero, per un eccessivo riscaldamento, un'alterazione del bitume che ne comprometta le qualità leganti.

L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione, quanto mediante spanditrici a semplice erogazione; nel qual caso l'opera di regolazione dello spandimento si compirà mediante spazzole e successivo finimento con scope a mano. In ciascun caso, il metodo di spandimento impiegato e le relative operazioni complementari dovranno essere tali da garantire la distribuzione uniforme su ogni m<sup>2</sup> del quantitativo di bitume prescritto.

La superficie della massiciata così bitumata dovrà essere subito saturata con spandimento uniforme di graniglia normale o pietrischetto scelto e pulito, delle dimensioni di circa 13 mm, proveniente da rocce molto dure, prevalentemente di natura ignea e comunque proveniente da rocce aventi resistenza non inferiore a 1500 kg/cm<sup>2</sup>, coefficiente di frantumazione non superiore a 125, e coefficiente di Deval non inferiore a 14. Il quantitativo da impiegarsi dovrà essere di 1,200 m<sup>3</sup> per ogni 100 m<sup>2</sup> di massiciata trattata. Allo spandimento dovrà farsi seguire subito una rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle 14 t per far penetrare detto materiale negli interstizi superficiali della massiciata trattata e comunque fissarlo nel legante ancor caldo e molle.

Il trattamento superficiale sarà nettamente delimitato lungo i margini mediante regoli come per i trattamenti di seconda mano per emulsioni.

Il controllo del materiale bituminoso si farà mediante confronto tra la capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni da sottoporsi alle necessarie analisi.

Se durante il periodo di garanzia e comunque fino al collaudo si verificassero affioramenti di bitume sulla massiciata, l'Impresa provvederà, senza alcun ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da saturarlo compiutamente, curando che non avvengano modifiche di sagoma.

L'Impresa sarà tenuta a rinnovare a tutte sue spese durante il periodo di garanzia per quelle parti di pavimentazioni che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè dessero luogo ad accertate deformazioni della sagoma stradale, ovvero a ripetute abrasioni superficiali ancor se causate dalla natura ed intensità del traffico, od a scoprimiento delle pietre.

Nelle zone di notevole altitudine nelle quali, a causa della insufficiente temperatura della strada, la graniglia non viene ad essere compiutamente rivestita dal bitume, si esegue il trattamento a caldo adoperando graniglia preventivamente oleata.

Pulita accuratamente la superficie stradale preferibilmente mediante soffiatori meccanici, il bitume di penetrazione 110 ÷ 150 previamente riscaldato alla temperatura di 180°C viene spruzzato sulla massiciata nella quantità da 0,900 kg a 1 kg/m<sup>2</sup>; successivamente vengono distesi graniglia o pietrischetti, oleati in precedenza, nella quantità di 13

kg/m<sup>2</sup> si procede alla compressione con rullo di 8-10 tonnellate.

La graniglia dovrà essere della pezzatura di 12 mm.

La preventiva oleatura della graniglia e pietrischetto viene effettuata con oli minerali in ragione di 15 a 17 kg/m<sup>3</sup> di materiale.

#### ***Art.109 Trattamento superficiale con bitume a caldo***

Quando si voglia seguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adotterà il medesimo sistema indicato nel precedente art. 73 per la seconda mano di bitume a caldo. Di norma si adopereranno per la prima mano 1,500 kg/m<sup>2</sup> di bitume a caldo e per la seconda mano 0,800 kg/m<sup>2</sup> con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

#### ***Art.110 Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame***

Le norme generali di applicazioni stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, di cui ai precedenti articoli, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, la quale sarà fatta a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la massiciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere ed impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo; ciò implica che i mesi più propizi sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento esso non sia inferiore a 120°C e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzatori sotto pressione e poscia disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massiciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di 1,500 kg/m<sup>2</sup>, la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> o di emulsione bituminosa in ragione di 1,200 kg/m<sup>2</sup>.

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo, a richiesta della Direzione dei lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezze da 50 a 100 metri, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambiente, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm ed in misura di 1 m<sup>3</sup> per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

#### ***Art.111 Trattamenti superficiali a freddo con polvere di roccia asfaltica miscela preventiva polverulenta per applicazione su nuove massicciate***

In linea generale le operazioni da seguire saranno quelle sottoindicate:

- 1) preparazione del piano viabile;
- 2) oleatura del piano viabile e del pietrischetto;
- 3) formazione del manto di copertura con trattamento ad elementi miscelati;
- 4) stesa e rullatura del manto.

Salvo il caso nel quale si abbiano strade ad elevatissimo traffico nelle quali sia necessario un particolare manto di usura per il quale si impiegheranno 20 kg di polvere di roccia asfaltica a m<sup>2</sup>, il manto sarà costituito da uno strato di 15 kg di polvere di roccia asfaltica e di pietrischetto opportunamente trattato con oli da porre in opera con le modalità di esecuzione che seguono. Il pietrischetto dovrà provenire da rocce aventi una resistenza media alla compressione di almeno 1500 kg/cm<sup>2</sup>, coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente di Dèval non minore di 14 e dovrà essere di qualità uniforme, pulito, ad elementi poliedrici.

Per la preparazione del piano viabile, dovrà preliminarmente procedersi ad un'accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della massiciata cilindrata esistente, adoperando scope e spazzoloni metallici e, ove occorra, integrando tale pulitura meccanica con un adeguato lavaggio a getto d'acqua radente a pressione del piano viabile onde liberarlo da eventuali incrostazioni fangose od argillose ed ottenere gli elementi di mosaico con interstizi totalmente scarniti e profondi circa 1 cm. Qualora si avessero parti ammalorate od in via di disgregazione od instabili, si procederà alla loro riparazione, preferibilmente mediante conglomerati bituminosi del tipo aperto.

Quanto all'oleatura del piano viabile e del pietrischetto, dopo aver lasciato asciugare la superficie della massiciata pulita, si provvederà alla sua oleatura per l'ammarraggio del manto.

L'oleatura sarà eseguita con spruzzatori meccanici capaci di suddividere finemente il legante e distenderlo in modo uniforme e continuo. Per meglio assicurare detta uniformità e quindi l'attacco al manto preesistente, si dovrà, se sarà

il caso, ripassare la spruzzatura con spazzoloni a mano.

Per il trattamento dovrà impiegarsi un quantitativo di olio da 0,250 a 0,300 litri per m<sup>2</sup> di piano viabile, ricorrendo al valore più basso per la massicciata costituita da elementi poco assorbenti e tersi.

Per le polveri di origine siciliana o nelle stagioni fredde o nelle pavimentazioni di più difficile attacco, si impiegherà olio avente le seguenti caratteristiche:

- a) viscosità Engler a 25°C: da 3 a 6;
- b) distillato sino a 200°C: da 2 a 5 in peso;
- c) residuo a 360°C: almeno 30% in peso.

Per le polveri abruzzesi e nelle stagioni calde o anche nelle stagioni fredde quando sia previamente riscaldato a circa 50°C, si impiegheranno oli aventi le seguenti caratteristiche:

- a) viscosità Engler a 50°C: da 4 a 8;
- b) distillato fino a 230°C: almeno il 15% in peso;
- c) residuo a 360°C: almeno il 40% in peso;
- d) punto di rammollimento del residuo (palla e anello): non meno di 45°C.

L'oleatura del pietrischetto verrà eseguita a freddo, mediante un'adatta impastatrice ovvero a mano, impiegando da 25 a 30 litri di olio per m<sup>3</sup> di aggregato e adoperando, entro tali limiti, il quantitativo maggiore se il pietrischetto è di pezzatura più piccola.

Il pietrischetto all'atto dell'oleatura dovrà essere perfettamente asciutto. Quando sia umido potrà essere egualmente consentito di eseguire il trattamento purché si aggiunga all'olio un adatto correttivo ed in ogni m<sup>3</sup> di aggregato, prima dell'oleatura, vengono rimescolati da 20 a 30 kg di sostanze basiche quali ad esempio la calce idrata.

Per la formazione del manto di usura, trattandosi di nuovo impianto, si preferirà il sistema ad elementi miscelati. A tal uopo, contemporaneamente alla predetta oleatura del piano viabile ed a quella del pietrischetto, si procederà separatamente alla disintegrazione della polvere di roccia asphaltica con adatto apparecchio meccanico. Tale disintegrazione, che precederà immediatamente l'impiego, dovrà restituire alla polvere la sua completa scioltezza eliminando ogni gruppo di dimensioni superiori a 5 mm.

Approntati separatamente la polvere ed il pietrischetto oleato, la miscela della polvere di roccia asphaltica con il pietrischetto oleato verrà preferibilmente eseguita con la stessa impastatrice impiegata per l'oleatura del pietrischetto, introducendo in essa, di volta in volta, dopo l'avvenuto impasto del pietrischetto con olio, il quantitativo di polvere stabilito e protraendo la mescolazione sino ad ottenere una miscela uniforme e regolare tra pietrischetto oleato e polvere.

Come già il pietrischetto, anche la polvere prima della miscela dovrà essere perfettamente asciutta, salvo che si adottino oli opportunamente corretti e si attuino eventuali particolari aggiunte di sostanze basiche, in modo da assicurare l'adesione tra legante e pietra in presenza d'acqua.

La miscela dovrà essere eseguita come segue:

- pietrischetto oleato da 10 a 20 mm: da 40 al 50% in peso;
- polvere di roccia asphaltica: dal 50 al 60% in peso.

Si dovrà, pertanto, impiegare non meno di 30 kg di miscela per m<sup>2</sup> di manto, purché sempre il quantitativo minimo di polvere di roccia asphaltica sia di 15 kg/m<sup>2</sup>.

All'avvicinamento ed alla stesa della miscela si provvederà con carriole o con apparecchi distributori meccanici. Nel primo caso la miscela dovrà essere regolata con spatole di legno.

Il consolidamento del manto disteso e l'ancoraggio di esso al capostrada saranno ottenuti con energica cilindratura mediante rullo compressore del peso non inferiore a 10 t. Essa avrà inizio non appena ultimata la distesa del manto e verrà continuata sino a che il manto non risulti sufficientemente serrato e legato.

Il manto deve risultare uniforme e regolare in tutta la superficie e tale da eliminare, ove vi fossero, eventuali ondulazioni della preesistente massicciata.

Appena ultimata la rullatura, il manto potrà essere aperto al traffico. Esso dovrà risultare tanto consolidato da non subire asportazioni e perdite sensibili di materiali per effetto del traffico.

Dopo qualche tempo, accentuandosi il consolidamento per effetto del traffico stesso, il manto dovrà presentarsi con aspetto uniforme, con regolare affioramento del pietrischetto su tutta la superficie e decisa scabrosità, ma con tutti gli elementi litici sicuramente ammarrati e fissati.

Per controllare che i materiali impiegati abbiano la qualità e la caratteristica prescritta si preleveranno in contraddittorio prima, durante il corso dei lavori, campioni che saranno rimessi ad idonei laboratori. I setacci per la finezza delle polveri saranno quelli A.S.T.M. della serie normale Americana U.S. Per l'aggregato si useranno i crivelli con fori tondi corrispondenti alle dimensioni prescritte.

All'atto del collaudo lo spessore medio del manto di usura non dovrà risultare inferiore a 12 mm, restando in facoltà dell'Amministrazione di rifiutare il collaudo se i rifacimenti effettuati dall'Impresa nel periodo di gratuita manutenzione superassero il quinto della superficie totale. Il manto dovrà risultare in buono stato di manutenzione, senza rotture, segni di sgretolamento, distacchi od altri ammaloramenti e senza fessurazioni che non appaiano collegate a rotture della pavimentazione sottostante.

### ***Art.112 Trattamenti superficiali in polvere di roccia asphaltica ad elementi separati, applicati su precedenti trattamenti bituminosi***

Quando, per ottenere un maggiore ancoraggio del manto di usura, si preferisca sottoporre la massiciata nuova ad un precedente trattamento bituminoso, ovvero si debba riprendere una preesistente degradata pavimentazione bituminosa, si adopererà un minor quantitativo di polvere di roccia asphaltica e si procederà alla formazione del manto di usura mediante trattamento ad elementi separati.

Di norma, trattandosi di massicciate nuove, si provvederà alla prima mano di semipenetrazione con 2,5 kg/m<sup>2</sup> di emulsione bituminosa al 55% e per il manto di usura si impiegheranno 10 kg di polvere di roccia asphaltica.

Ferme restando le operazioni di cui al precedente articolo per la preparazione del piano viabile e per l'oleatura dello stesso e del pietrischetto e per la disintegrazione della polvere, il quantitativo di olio da adoperarsi si ridurrà, per l'oleatura del piano viabile, a 0,150-200 kg/m<sup>2</sup> impiegando il minimo quando il precedente trattamento bituminoso non sia stato asportato.

Provveduto all'oleatura del piano viabile, si provvederà alla stesa della polvere di roccia asphaltica non prima di mezz'ora, in modo che l'olio possa esercitare attivamente la sua azione solvente sul legante del vecchio manto. Nella stesa generale si accantonerà un quantitativo di polvere compreso tra il 5 ed il 10% del peso totale di essa, il quale verrà steso in un secondo tempo alla fine della cilindatura per assicurare una sufficiente chiusura in superficie (sigillo).

Per il controllo dei quantitativi unitari di polvere effettivamente stesi, quando per l'avvicinamento s'impiegano carriere, queste dovranno avere forma tale da prestarsi ad una sicura misura volumetrica del materiale. Dal rapporto tra il volume della polvere di mano in mano impiegata e la superficie corrispondente coperta, si desumeranno i quantitativi unitari stessi.

Non appena lo strato di polvere abbia estensione tale da consentire una lavorazione regolare, si provvederà alla stesa del pietrischetto di dimensioni da 10 a 20 mm, usando pietrischetto di roccia durissima con resistenza alla compressione di 1500 kg/cm<sup>2</sup>, preventivamente oleato a freddo, preferibilmente con adatta impastatrice, impiegando da 25 a 30 kg di olio per m<sup>3</sup> di aggregato.

Tale pietrischetto, prima dell'oleatura, deve essere totalmente asciutto salvo l'uso degli accorgimenti di cui al precedente articolo.

All'avvicinamento ed alla stesa del pietrischetto oleato si provvederà mediante trasporto con carriere e successivo spandimento con badili a spaglio o con apparecchi distributori meccanici.

La massima cura dovrà essere posta perché il pietrischetto risulti distribuito nel modo più regolare ed uniforme possibile, così da costituire un mosaico ben serrato e senza elementi sovrapposti, il che è assolutamente necessario per la buona riuscita del lavoro.

Il quantitativo di graniglia da usarsi per il manto di 10 kg di polvere di roccia di asfalto sarà da 8 a 10 l/m<sup>2</sup>. Esso avrà le stesse caratteristiche di quello di cui all'Art.50.

La fusione e consolidamento dei due strati sovrapposti (l'inferiore di polvere di roccia asphaltica, il superiore di pietrischetto oleato) saranno ottenuti mediante un'energica cilindatura con rullo di peso di almeno 10 tonnellate.

La cilindatura verrà iniziata non appena sia avvenuta la stesa del pietrischetto oleato per un'estensione sufficiente ad assicurare una regolare lavorazione e sarà continuata fino a che il manto risulti sufficientemente serrato e legato, con i singoli elementi bene fermi ed al sicuro da strappamenti da parte delle ruote dei veicoli.

Nell'ultima fase della cilindatura si spargerà sul manto la porzione di polvere accantonata durante la stesa generale della polvere stessa, in modo da favorire e facilitare la chiusura del mosaico superficiale e sopperire ad eventuali deficienze locali di polvere.

Quest'ultimo spolvero di sigillo sarà regolato con l'impiego di scope. L'aggiunta di polvere dovrà però essere tale da non coprire totalmente il pietrischetto, per evitare il pericolo che il pietrischetto stesso rimanga sepolto nella massa asphaltica e la superficie del manto risulti conseguentemente liscia.

Appena ultimata la rullatura, potrà aprirsi la strada al traffico. Come nel caso precedente, il manto dovrà risultare tanto consolidato da non subire asportazioni e perdite sensibili di materiale per effetto del traffico. Nei primi tempi di apertura, l'Impresa dovrà aver cura di riportare sempre al centro della strada il materiale che, eventualmente non bene penetrato nel manto, possa essere scacciato dal traffico ai lati della carreggiata; procedendo all'operazione a mezzo di scope morbide e cercando soprattutto di coprire le zone non bene essiccate.

Circa l'aspetto del manto dopo l'avvenuto effettivo consolidamento, il controllo dei quantitativi, la gratuita manutenzione sino al collaudo, lo stato del manto all'epoca del collaudo, valgono le disposizioni di cui al precedente articolo. Peraltro lo spessore medio del manto di usura all'atto del collaudo dovrà risultare non inferiore a 7 mm.

### ***Art.113 Trattamento superficiale con miscela fluida di polvere di roccia asphaltica***

Normalmente applicata a caldo e prevalentemente per la manutenzione di trattamenti superficiali induriti, ai quali l'olio ridona plasticità, può anche essere usata per trattamenti di prima mano su massicciate piuttosto chiuse.

In questi trattamenti la polvere asphaltica viene mescolata con olio del secondo tipo indicato all'Art.50, ovvero con leganti provenienti da rocce asphaltiche o scisti bituminosi o dai grezzi di petrolio, o dei catrami, aventi determinate caratteristiche in proporzioni tali da fare miscela fluida con polvere asphaltica, mediante una parte in peso di legante

con da 2,5 a 3,5 parti di polvere asfaltica; la miscela fluida viene preferibilmente stesa nelle strade a caldo, in quantità di circa 3 kg di miscela per m<sup>2</sup> per la prima mano, e poi subito saturata con graniglia o ghiaino della pezzatura da 8 a 15 mm in ragione da 10 a 13 litri per m<sup>2</sup> ed il manto viene cilindrato con rullo a motore da 8 a 10 tonnellate.

Con tale sistema si prescinde sia dall'umettamento preliminare della superficie carrabile, sia dall'oleatura della graniglia.

Quando la miscela sia formata con leganti bituminosi o catramosi per la stesa, si adopereranno apposite macchine mescolatrici e spruzzatrici ad aria compressa.

La miscela deve essere sparsa a temperatura da 120°C a 130°C se si adopereranno leganti bituminosi o catramosi e fra 70°C e 80°C se si useranno oli del secondo tipo indicato al precedente art. 76. Per applicazioni di seconda mano si impiegheranno circa 2 kg di miscela per m<sup>2</sup>.

In caso di impiego di leganti bituminosi o catramosi la strada può essere aperta al traffico non appena ultimata la rullatura. Impiegando oli del secondo tipo indicato al precedente art. 76, conviene attendere 12 ore almeno.

#### ***Art.114 Massiciata a macadam bituminoso mescolato in posto***

Quando la particolare natura dei materiali a disposizione e l'economia generale dell'opera lo suggerisca, al comune strato superiore di soprastruttura a macadam (massiciata) di cui fosse previsto il finimento con trattamento protetto, può sostituirsi una massiciata costruita con materiale lapideo granulometricamente assortito, mescolato in posto con legante bituminoso.

A tale scopo, approvigionati i materiali miscelabili tali da realizzare una curva granulometrica continua a partire dagli aggregati fini sino al massimo pietrisco passante al vaglio di 60 mm si provvederà al loro accumulo lungo la strada: dopo di che, a mezzo di apposito macchinario, si procederà al mescolamento dell'aggregato con emulsione bituminosa in quantità dal 6 all'8% in peso dell'aggregato asciutto o con bitume flussato in ragione dal 3 al 5% in peso. Eseguito il mescolamento si procederà a scopare e pulire accuratamente il primo strato della massiciata (comunque costituito o con ossatura di sottofondo cilindrata o con materiale granulare misto) già in precedenza sottoposto a traffico e su di esso si procederà allo spandimento di 0,800 kg/m<sup>2</sup> di emulsione bituminosa che non si rompa subito in superficie.

Effettuata tale spalmatura d'ancoraggio, il materiale miscelato verrà steso a mezzo di apposita macchina livellatrice e rullato con adatto compressore in modo che a cilindatura ultimata si costituisca uno strato omogeneo di spessore non inferiore a 8 cm dopo compresso. Aperta poi definitivamente al traffico la strada, dopo alcune settimane si procederà al trattamento di sigillo con 1,500 kg di emulsione al 55% con l'aggiunta di pietrischetto da 5 a 15 mm e rullatura leggera, ovvero con 0,800 kg di bitume a caldo e 10 litri di pietrischetto.

#### ***Art.115 Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo***

Preparato il piano stradale con cilindatura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180°C con inaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di 2,500 kg/m<sup>2</sup> in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 l/m<sup>2</sup> provvedendo poi alla cilindatura in modo da ottenere il totale costipamento della massiciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Impresa dovrà provvedere ad eliminarle a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'Impresa è tenuta, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con 1,200 kg/m<sup>2</sup> di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento 15 l/m<sup>2</sup> di pietrisco e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1500 kg/m<sup>2</sup> e coefficiente di qualità Dèval non inferiore a 14 e provvedendo alla cilindatura sino ad ottenere un manto uniforme.

#### ***Art.116 Trattamento a penetrazione con bitume a caldo***

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o al bitume colato, sarà effettuata solo nei mesi estivi; essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato all'atto dell'impianto, dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindature, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria quantità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto

pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti fra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possono inquinarli ed aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali un coefficiente di Dèval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindratura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta fra 1/150 e 1/200 della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato a temperatura fra i 150°C e i 180°C in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta uniforme distribuzione della complessiva quantità di 3,500 kg/m<sup>2</sup>. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente ed a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancor caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindratura del sottostante strato di pietrisco sino ad ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'Impresa di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione; normalmente non maggiore di 60÷80 mm nei climi caldi; da 80÷100 mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindratura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'Impresa dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume minuto e pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di 1,200 kg/m<sup>2</sup> con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 101/m<sup>2</sup> circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancor molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'Impresa sarà obbligata a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, ancor prima che la strada sia stata aperta al traffico.

### ***Art.117 Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti***

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia ed alcuni casi anche con additivo, legati con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare, come aggregato grosso per manti d'usura, materiali ottenuti da frantumazione di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm<sup>2</sup>.

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofili.

Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti all'art. Art.1.5 5) del presente Capitolato.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme del C.N.R. per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n. 4 ultima edizione).

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti di cui all'art. 14 del presente Capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare, a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato), costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

#### **CONGLOMERATI DEL TIPO I**

*per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura su*

**strade a traffico limitato**

A	B		
per spessori inferiori a 35 mm % in peso		per spessori inferiori a 35 mm % in peso	
<i>Aggregato grosso:</i>			
Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10		-	66-81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10		66-81	-
<i>Aggregato fino:</i>			
Passante al setaccio 10		15-25	15-25
<i>Bitume:</i>			
Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale		4,2-5,5	4,2-5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione alle necessità		-	-

**CONGLOMERATI DEL TIPO II***per manti di usura su **strade comuni***

A	B		
per spessori inferiori a 20 mm % in peso		per spessori inferiori a 20 mm % in peso	
<i>Aggregato grosso:</i>			
Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10		-	59-80
Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10		60-80	-
<i>Aggregato fino:</i>			
Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200		15-30	15-30
<i>Additivo:</i>			
Passante al setaccio 200		3-5	3-5
Bitume		4,5-6,0	4,5-6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose, tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali.

Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150-200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei lavori.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo, provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e i 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col

materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario.

Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i silii degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare l'uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico che dovrà avere almeno tre distinti scomparti, riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume; quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli altri additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature e purché le miscele rimangano in ogni caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e l'uniformità delle miscele.

La capacità dei miscelatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola all'atto dell'impasto a non oltre i 70°C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'Impresa.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre il 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopra indicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della Direzione dei lavori.

La posa in opera ed il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori ai 110°C, se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento dell'uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindratura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindrata dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzera. I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazione del manto. La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale. La cilindratura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento. Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti. Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi. A lavoro finito i manti dovranno presentare una superficie in ogni punto regolarissima e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei lavori. A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

### **Art.118 Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi**

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità si potrà ricorrere a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo e bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene ed a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto: la loro dimensione massima non deve superare i 2/3 dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm<sup>2</sup> nella direzione del piano di cava ed in quella normale, un coefficiente di Dèval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'1% in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm, con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere di argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di 2 mm (n. 10 della serie A.S.T.M.): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

- dal 10 al 40% fra 2 mm e 0,42 mm (setacci n. 10 e n. 40 sabbia grossa)
- dal 30 al 55% fra 0,42 mm e 0,297 mm (setacci n. 40 e n. 80 sabbia media)
- dal 16 al 45% fra 0,297 mm e 0,074 mm (setacci n. 80 e n. 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (filler) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n. 80 (0,297 mm) e per il 90% dal setaccio n. 200 (0,074 mm) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare un'eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

- a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
- b) aggregato fino delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
- c) additivo, dal 4 al 10%;
- d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottare sarà proposta dall'Impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume; all'1,5% in più o in meno per gli additivi; al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazioni antiscivolosi.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenienti da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di

passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36% all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante dal setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio 0,177 mm; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un cut-back medium curring di viscosità 400/500, l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 o 7,5% del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati dovranno essere scaldati ad una temperatura non superiore a 120 °C ed il legante del secondo tipo da 130°C a 110°C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova Hobbarb Field si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cm<sup>2</sup>.

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130°C ed i 170°C, il bitume sarà riscaldato tra 160°C e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi un'impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a 200 kg ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90°C ed i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra 50°C e 80°C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Impresa di proporre un'apposita formula nella quale l'aggregato fino venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda; in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massiciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massiciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per m<sup>2</sup> ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a 66 kg/m<sup>2</sup> per manti di 3 cm ed a 44 kg/m<sup>2</sup> per manti di 2 cm.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzeria, usando un rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi di acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg/m<sup>2</sup> di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi di graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando un'ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni del manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm al controllo effettuato con aste lunghe 3 m nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massiciata ed al preesistente trattamento protetto da essa.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%; dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre 1 mm, al termine del triennio di oltre 4 mm.

### ***Art.119 Conglomerato in polvere di roccia asfaltica e bitume liquido***

Nei suoi spessori di applicazione, variabili da 20 a 30 mm e determinati a lavoro finito, la composizione risulterà dalla seguente tabella:

I II

COMPONENTI	per spessore inferiore a 20 mm % in peso	per spessore superiore a 20 mm % in peso
<i>N.B.</i> - I numeri dei crivelli sono quelli della serie		
<b>U.N.I.</b>		
a) aggregato lapideo grosso e fino:		
- passante al crivello 20 e trattenuto al 10	-	15-20
- passante al crivello 10 e trattenuto al	513-15	30-30
- passante al crivello 5 e trattenuto al	215-30	15-25
- passante al crivello 2 e trattenuto allo 0,425	15-28	15-26
b) polvere di roccia asfaltica ed additivo della stessanatura; rispondenti alla granulometria suindicata ad anche alle Norme di accettazione del <b>C.N.R.</b> (cat. II per la polvere di asfalto)	20	20
Viscosità 25/75 ( <b>C.N.R.</b> ) minima	3,50-4	3,50-4
Bitume totale minima		
a) bitume liquido di impasto: 0,85 x 3,50	÷ 3,00	3,00
b) bitume naturale contenuto nella polvere di asfalto	÷ 1,50	1,50
<b>TOTALI</b>	4,50	4,50

Il rapporto volumetrico tra i diversi aggregati nella confezione del conglomerato di cui trattasi sarà quindi circa:

a) aggregato lapideo grosso e fino 70% in volume;

b) polvere roccia asfaltica 30% in volume.

Nella confezione del conglomerato in particolari casi, onde migliorare l'adesione fra aggregato lapideo, polvere di asfalto e bitume liquido, potranno essere usate particolari sostanze, ad esempio calce idrata, le quali non modificheranno sostanzialmente le predette percentuali sia in volume che in peso.

Nei limiti sopraindicati, la formula di composizione degli impasti da adottare per ogni tipo di lavoro dovrà essere preventivamente comunicata ed approvata dalla Direzione dei lavori.

Per la confezione degli impasti si dovrà usare un'impastatrice meccanica di tipo adatto, che consenta la dosatura in volume od in peso dei componenti ed assicuri la perfetta regolarità e uniformità degli impasti.

Per regola generale, nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole d'arte, nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date.

Le operazioni da effettuare per l'esecuzione del tappeto saranno le seguenti:

- 1) pulizia del piano viabile;
- 2) spandimento sul piano viabile di emulsione bituminosa;
- 3) trasporto e distesa della miscela;
- 4) rullatura;
- 5) distesa del materiale di sigillo nelle zone troppo scabre.

Prima di applicare la miscela dovrà procedersi, ove occorra, ad un adeguato lavaggio del piano viabile per liberarlo dalle eventuali incrostazioni di fango e dai residui animali.

Ove tale operazione di lavaggio si ritenesse superflua in relazione allo stato di nettezza della superficie stradale, non dovrà però mai mancare un'accurata depolverizzazione della superficie da eseguire mediante adatte scope, spazzoloni di piassava o soffiatrici.

Eseguita la pulizia della superficie sulla quale il tappeto dovrà essere disteso e sempre che questa sia completamente asciutta, si spanderà uniformemente con macchina spruzzatrice a pressione, sul piano viabile, dell'emulsione bituminosa al 50% in ragione di  $0,800 \div 1,000$  kg/m<sup>2</sup>. Indi si procederà alla stesa in opera della miscela che verrà trasportata dai luoghi di confezione e scaricata con tutte le cure ed i provvedimenti necessari ad impedire di modificarla o sporcarla con terra od elementi estranei.

La distesa e la distribuzione della miscela asfaltica dovranno essere eseguite mediante l'impiego di macchine finitrici semoventi, del tipo Adnun, Barber-Greene, ecc.

Il quantitativo di miscela sciolta da stendere per unità di superficie dovrà essere tale da ottenere, a costipamento avvenuto o a lavoro ultimato, lo spessore prescritto. L'esecuzione del tappeto verrà pagata all'Impresa in base a quanto previsto nella corrispondente voce di elenco dei prezzi.

Qualora il piano viabile presentasse deformazioni di sagoma e ondulazioni, si dovrà procedere a un conguaglio della superficie sagomandola preventivamente con stesura di materiale di binder.

Il lavoro di pavimentazione dovrà essere eseguito su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del transito.

Alla distesa della miscela dovrà seguire immediatamente la rullatura che dovrà praticarsi fino ad ottenere una perfetta chiusura e compattazione della parte superiore del tappeto.

Per la cilindatura si dovrà impiegare un rullo a rapida inversione di marcia, del peso non inferiore a 8 tonnellate. Per evitare l'adesione del materiale alle ruote del rullo, si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua. Tutti i giunti in corrispondenza delle riprese di lavoro, prima di addossarvi un nuovo strato, dovranno essere spalmati con un velo di emulsione bituminosa, allo scopo di assicurare la perfetta adesione alle parti; inoltre tutte le giunzioni dovranno essere costipate con pestelli a base rettangolare. A compressione eseguita, nelle zone troppo scabre, sarà sparsa sul tappeto della polvere di asfalto finemente macinata, in ragione di 1,000 kg/m<sup>2</sup>. Ad opera finita, la pavimentazione dovrà presentarsi con una superficie perfettamente regolare ed uniforme e con bordi perfettamente profilati. Prima dell'apertura al traffico di ogni tratta di carreggiata, la Direzione dei lavori verificherà che il lavoro stesso sia stato regolarmente eseguito e che la superficie stradale si presenti regolarmente sagomata, unita e compatta; solo allora darà il nulla osta all'Impresa per autorizzare l'apertura al traffico e questa procederà alla pavimentazione della restante metà di carreggiata, che dovrà essere eseguita con le stesse prescrizioni e modalità. Ogni imperfezione o difetto che dovesse eventualmente manifestarsi prima del collaudo, dovrà essere immediatamente ripreso a cura e spese dell'Impresa, con scrupolosa manutenzione e tempestivi interventi. La superficie sarà priva di ondulazioni e pertanto un'asta rettilinea lunga 4 metri posta su di essa avrà la faccia di contatto distante al massimo 5 mm e solo in qualche punto singolare dello strato. La cilindatura sarà proseguita sino ad ottenere un sicuro costipamento.

### **Art.120 Lastricati**

pavimenti in cubetti di porfido

Lastricati

La pietra da impiegarsi per i lastricati dovrà essere di natura: ..... con struttura particolarmente omogenea, resistente all'urto ed all'usura per attrito; le lastre avranno le dimensioni: <.....dimensioni.....> e saranno lavorate <.....lavorazione.....>

Il suolo, convenientemente consolidato, sul quale dovrà eseguirsi il lastricato, sarà coperto di uno strato di malta o sabbia, sul quale verranno disposte le lastre in file parallele, di costante spessore, od anche a spina od a disegno, come verrà ordinato dalla Direzione dei lavori, ravvicinate le une alle altre in modo che le connessioni risultino minime in rapporto al grado di lavorazione; queste poi saranno colmate con malta liquida da versarsi e comprimersi con la cazzuola, fino a qualche centimetro dalla superficie e quindi i giunti saranno suggellati con bitume a caldo.

Le lastre dovranno essere lavorate a scalpello negli assetti per un'altezza di almeno un terzo dello spessore.

Le superfici dei lastricati dovranno conformarsi ai profili e alle pendenze volute.

Pavimenti in cubetti di porfido

Dovranno soddisfare alle norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali di cui al «Fascicolo n. 5» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

I cubetti di porfido di dimensioni <.....dimensioni .....> dovranno provenire da pietra a buona frattura, talché non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce e dovranno arrivare al cantiere di lavoro preventivamente calibrati secondo le prescritte dimensioni.

Saranno rifiutati e subito fatti allontanare dal lavoro tutti i cubetti che presentino in uno dei loro lati dimensioni minori o maggiori di quelle prescritte ovvero presentino gobbe o rientranze sulle facce eccedenti l'altezza di 5 mm in più o meno. La verifica potrà essere fatta dalla Direzione dei lavori, anche in cava.

I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti ed in modo che l'incontro dei cubetti di un arco con quello di un altro avvenga sempre ad angolo retto. Saranno impiantati su letto di sabbia dello spessore di 8 cm, a grana grossa e scevra di ogni materia eterogenea, letto interposto fra la pavimentazione superficiale ed il sottofondo, costituito da macadam all'acqua, cilindrato a fondo col tipo di cilindatura chiuso, ovvero da uno strato di calcestruzzo cementizio secondo quanto sarà ordinato.

I cubetti saranno disposti in opera in modo da risultare pressoché a contatto prima di qualsiasi battitura.

Dopo tre battiture eseguite sulla linea con un numero di operai pari alla larghezza della pavimentazione espressa in metri divisa per 0,80 e che lavorino tutti contemporaneamente ed a tempo con mazzapicchio del peso di 25-30 kg e colla faccia di battitura ad un dipresso uguale alla superficie del cubetto, le connessioni fra cubetto e cubetto non dovranno avere in nessun punto la larghezza superiore a 10 mm.

La bitumatura della pavimentazione a cubetti sarà eseguita almeno dopo venti giorni dall'apertura al transito della strada pavimentata; saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione col mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato e tale che possa aversi la pulizia dei giunti per circa 3 cm di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulito si sia sufficientemente asciugato, si suggelleranno i giunti a caldo ed a pressione con bitume in ragione di circa 3 kg per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume e quindi sarà aperto il transito.

### **Art.121 Pavimentazioni diverse**

Rientrano in questa categoria i conglomerati asfaltici, bituminosi, catramosi, tarmacadam, ecc., sopra sottofondi in cemento o macadam cilindrato; mattonelle in grès, asfalto, cemento, ecc.; pavimenti in legno, gomma, ghisa e vari. Per l'eventuale esecuzione di pavimenti del tipo sopraindicato e vari, generalmente da eseguire con materiali o tipi brevettati e per i quali, dato il loro limitato uso su strade esterne, non è il caso di estendersi nel presente Capitolato, a dare norme speciali, resta soltanto da prescrivere che, ove siano previsti ed ordinati, l'Impresa dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la Direzione dei lavori, anche in mancanza di apposite previsioni e prescrizioni nei Capitolati speciali da redigere per i lavori da appaltare.

## **Capo V Lavori diversi**

### **Art.122 Paracarri - indicatori chilometrici - termini di confine in pietra e barriere di sicurezza, marciapiedi ed opere per lo smaltimento delle acque piovane**

I paracarri, gli indicatori chilometrici ed i termini di confine in pietra, della forma e dimensioni indicate nei tipi allegati al contratto, per la parte fuori terra, saranno lavorati a grana ordinaria secondo le prescrizioni di cui all'Riferimento non valido.

Il loro collocamento in opera avrà luogo entro fosse di convenienti dimensioni, sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di 10 cm e si assicureranno nella posizione prescritta riempiendo i vani laterali contro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli, o rottami di pietre fortemente battuti. Allorquando i paracarri siano posti a difesa di parapetti in muratura, si dovrà evitare ogni contatto immediato con i medesimi lasciando un conveniente intervallo.

In alcuni tratti del ciglio stradale a valle, o nei luoghi che la Direzione dei lavori crederà opportuno designare, verranno eseguiti parapetti o barriere in cemento armato della forma e dimensioni indicate sui disegni.

Nei bordi esterni dei tornanti, in tutte le curve a piccolo raggio, nei tratti a scarpata ripida o fiancheggianti corsi d'acqua, trincee ferroviarie, ecc., a richiesta della Direzione dei lavori, potranno impiegarsi barriere di acciaio ondulato.

Ove previsto da progetto, dovranno essere installate apposite barriere di sicurezza, con o senza mancorrente, in acciaio zincato costituite da una fascia orizzontale avente categoria sagomata a doppia onda fissata a montanti in profilato metallico, infissi su manufatti o nel terreno, e da eventuale mancorrente in tubo d'acciaio zincato da 50 mm; le barriere dovranno essere complete di pezzi speciali, bulloneria, catarifrangenti ed ogni altro accessorio necessario.

Le barriere di sicurezza dovranno avere caratteristiche tali da impedire la fuoriuscita del veicolo dalla sede stradale e nello stesso tempo da non respingerlo sulla corsia di traffico; a tale fine è necessario che la struttura della barriera presenti una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto, in modo tale che sia i sostegni sia le fasce presentino uguale deformazione sotto l'azione degli urti.

Le fasce, di altezza non inferiore a mm 300, dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro asse risulti ad un'altezza di cm 45 dal piano della pavimentazione finita; l'interasse dei sostegni dovrà, di norma, essere compreso tra i m 3 e i m 4; nelle curve o in altri casi particolari, l'interasse dovrà essere ridotto secondo le indicazioni del progettista.

Le fasce dovranno essere collegate tra loro ed ai sostegni mediante bulloni, staffe ed altri sistemi che non comportino saldature da fare in opera in modo che ogni pezzo della fascia possa essere sostituito senza demolizione e ricostruzione di giunti, ma esclusivamente con operazioni meccaniche di smontaggio e montaggio.

I giunti, ottenuti con sovrapposizione delle fasce di cm 30 collegate fra loro e fissate al montante con bulloni atti a garantire la resistenza richiesta, non dovranno presentare risvolti e risalti in senso contrario alla marcia dei veicoli. Ad intervalli non superiori a m 4,00, dovranno essere installati dispositivi rifrangenti aventi area non inferiore a cm<sup>2</sup> 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

I manufatti di attraversamento superiori alla sede ferroviaria, dovranno essere muniti di barriere di sicurezza del tipo a doppio stadio di deformazione e così costituite:

- il primo stadio soffice, costituito da un profilato o ondulato e da sostegni deformabili fissati al secondo stadio, non in corrispondenza dei montanti di sostegno;
- il secondo stadio, costituito da profilati orizzontali direttamente collegati ai montanti di sostegno, con caratteristiche di maggior rigidità.

I montanti delle barriere, nel caso in cui sia previsto il mancorrente, dovranno essere forati nella parte terminale in modo da poter contenere il tubo di acciaio zincato costituente il mancorrente.

Lungo le strade ove sia previsto il transito di persone, dovranno essere previsti appositi percorsi preferenziali per la viabilità pedonale realizzati mediante marciapiedi.

Le dimensioni e la categoria trasversale dei marciapiedi saranno definiti dai disegni di progetto; le caratteristiche principali dei materiali e quelle inerenti la realizzazione sono di seguito definite.

I marciapiedi saranno di norma delimitati (verso il piano viario) da un cordolo in conglomerato cementizio prefabbricato (o in pietra da taglio); le dimensioni del cordolo saranno specificate nei disegni di progetto.

Gli elementi costituenti i cordoli, rettilinei o curvilinei con spigoli vivi o arrotondati, dovranno essere dotati di idonei

sistemi di incastro (maschiofemmina) ed i giunti dovranno essere sigillati con malta cementizia. I cordoli dovranno essere posati su malta di allettamento di tipo cementizio e dovranno essere realizzati in maniera tale da consentire il convogliamento ed il regolare deflusso delle acque meteoriche.

Per tutte le categorie di strade dovranno essere realizzate idonee opere per la captazione e lo smaltimento delle acque piovane. A tale scopo, contemporaneamente alla formazione della sede stradale, dovranno essere predisposte apposite cunette secondo le tipologie previste da progetto.

Di norma le cunette, i pozzetti di raccolta e gli imbocchi di raccordo al piano stradale saranno realizzati in conglomerato cementizio vibrato. Le condotte di allontanamento saranno realizzate in accordo alle prescrizioni.

Le cunette saranno di norma costituite da elementi prefabbricati, di forma trapezoidale o ad L, in conglomerato cementizio armato con maglia 12 x 12 cm in fili di acciaio da j 5 mm. Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza minima a compressione  $R_{ck} = 25$  MPa.

I pozzetti di raccolta e i raccordi d'imbocco potranno essere realizzati con elementi prefabbricati o direttamente gettati in opera. Il conglomerato cementizio dovrà avere caratteristiche analoghe a quelle delle cunette e le armature dovranno essere proporzionate alla dimensione degli elementi.

La posa degli elementi prefabbricati dovrà essere realizzata, previa effettuazione di uno scavo di categoria corrispondente a quella dei prefabbricati, su sottofondo di materiale arido debitamente regolarizzato e costipato. I giunti tra i vari elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia. Al fine di garantire la stabilità degli elementi prefabbricati, dovranno essere previsti idonei sistemi di ancoraggio al terreno opportunamente intervallati.

### ***Art.123 Segnaletica***

Per quanto riguarda la segnaletica, l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei lavori.

Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel vigente Codice della strada e nel Capitolato speciale dei segnali stradali predisposto dall'Ispettorato Generale Circolazione e Traffico del Ministero dei LL.PP.

### ***Art.124 Seminagioni e piantagioni***

Per le seminagioni sulle falde dei rilevati si impiegheranno, secondo la diversa natura del suolo e le istruzioni che saranno date dal Direttore dei lavori, semi di erba medica, sulla o altre.

Quando la seminazione si dovesse fare contemporaneamente alla formazione delle scarpate, si spargerà la semente prima che lo strato superiore di terra vegetale abbia raggiunto la prescritta altezza.

Nei casi in cui il terreno fosse già consolidato, si farà passare un rastrello a punte di ferro sulle scarpate parallelamente al ciglio della strada e vi si spargerà quindi la semente, procurando di coprirla bene all'atto dello spianamento della terra.

L'Impresa dovrà riseminare a sue spese le parti ove l'erba non avesse germogliato.

Per le piantagioni sulle scarpate o sulle banchine si impiegheranno piantine di acacia o alianto, con preferenza a quest'ultima per la sua idoneità a produrre cellulosa, ovvero ad impiantare canneti (oriundo).

Tali piantagioni verranno eseguite a stagione opportuna e con tutte le regole suggerite dall'arte, per conseguire una rigogliosa vegetazione, restando l'Impresa obbligata di curarne la coltivazione e, all'occorrenza, l'innaffiamento sino al completo attecchimento.

Le piantine dovranno essere disposte a filari in modo che ne ricadano quattro per ogni metro quadrato di superficie.

Quelle che non attecchissero, o che dopo attecchite venissero a seccare, dovranno essere sostituite dall'Impresa a proprie spese in modo che all'atto del collaudo risultino tutte in piena vegetazione.

Le alberature stradali dovranno essere effettuate in modo da non pregiudicare eventuali allargamenti della sede stradale. Dovranno essere eseguite previa preparazione di buche delle dimensioni minime di metri 0,80 x 0,80 x 0,80 riempite di buona terra, se del caso, drenate ed opportunamente concimate.

Le piante verranno affidate a robusti tutori a cui saranno legate con rafia.

### ***Art.125 Lavori in ferro***

Il ferro e l'acciaio dolce delle qualità prescritte all'Art.1.11 dovranno essere lavorati diligentemente, con maestria, regolarità di forme, precisione di dimensioni e con particolare attenzione nelle saldature e bullonature. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentassero il più leggero indizio d'imperfezione.

Per le ferramenta di qualche rilievo, l'Impresa dovrà preparare e presentare alla Direzione dei lavori un campione, il quale, dopo essere stato approvato dalla Direzione dei lavori stessa, dovrà servire da modello per tutta la provvista.

Per tutti i lavori in ferro, salvo contrarie disposizioni della Direzione dei lavori, dovrà essere eseguita la coloritura a due mani di minio e a due mani successive ad olio di lino cotto con biacca e tinta a scelta.

Per i ferri da impiegare nella costruzione di opere in cemento armato vengono richiamate le norme contenute nella L. 5 novembre 1971, n. 1086 e nel D.M. 9 gennaio 1996, avvertendo che la lavorazione dovrà essere fatta in modo che l'armatura risulti esattamente corrispondente per dimensioni ed ubicazione, alle indicazioni di progetto.

### ***Art.126 Lavori in legname***

Tutti i legnami da impiegare in opere stabili dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione in conformità alle prescrizioni di cui alle vigenti leggi e norme **U.N.I.** e secondo le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da poter ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non sarà tollerato alcun taglio falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

La Direzione dei lavori potrà disporre che nelle facce di giunzione vengano interposte delle lamine di piombo o zinco, od anche cartone incatramato.

Le diverse parti componenti un'opera di legname dovranno essere solidamente collegate fra loro in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro in conformità alle prescrizioni che verranno date dalla Direzione dei lavori.

Non si dovranno impiegare chiodi per il collegamento dei legnami senza apparecchiare prima il conveniente foro col succhiello.

I legnami, prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione, se ordinata, della spalmatura di catrame o della coloritura, si dovranno congiungere in prova nei cantieri per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione dei lavori.

### ***Art.127 Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli***

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli che si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti norme:

### ***Art.128 Lavori eventuali non previsti***

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non si hanno i prezzi corrispondenti, o si procederà alla determinazione dei nuovi prezzi con le norme dell'art. 163 del D.P.R. 207/10, ovvero si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste forniti dall'Impresa a norma dell'art. 179 dello stesso Regolamento.

Gli operai per lavori in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

Le macchine ed gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni perché siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

### ***Art.129 Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori***

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamento di strade esistenti, l'Impresa è tenuta ad informarsi presso gli enti proprietari delle strade interessate dall'esecuzione delle opere (Compartimento dell'A.N.A.S., Province, Comuni, Consorzi) se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono le opere esistano cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, oleodotti, metanodotti ecc.).

In caso affermativo l'Impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Circolo Costruzioni Telegrafiche Telefoniche, Comuni, Province, Consorzi, Società ecc.) la data presumibile dell'esecuzione delle opere nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità) necessari al fine di potere eseguire i lavori evitando danni alle cennate opere.

Il maggiore onere al quale l'Impresa dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato coi prezzi di elenco.

Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni ai cavi od alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei lavori.

Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'Impresa, rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

In genere l'Impresa avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione dei lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio, senza che l'Impresa possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Appena costatata l'ultimazione dei lavori, la strada sarà aperta al pubblico transito. L'Amministrazione però si riserva la facoltà di aprire al transito i tratti parziali del tronco che venissero progressivamente ultimati a partire dall'origine o dalla fine del tronco, senza che ciò possa dar diritto all'Impresa di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi di massicciata o delle riprese di trattamento superficiale e delle altre pavimentazioni che si rendessero necessarie.

### **Art.130 Lavori e compensi a corpo**

Resta stabilito che il compenso a corpo, del presente Capitolato, viene corrisposto a compenso e soddisfazione, insieme coi prezzi unitari di ogni categoria di lavori, di tutti gli oneri imposti all'Impresa dal Capitolato generale, dalle norme e regolamenti vigenti e dal presente Capitolato speciale, nonché degli oneri anche indiretti che l'Impresa potrà incontrare per l'esecuzione dei lavori e l'efficienza dei cantieri, non ultima, ad esempio, la costruzione ed esercizio di eventuali strade e mezzi di accesso e servizio alle zone dei lavori, anche se non specificatamente menzionati.

L'importo del compenso a corpo, al netto del ribasso di aggiudicazione, è fisso ed invariabile e non è soggetto a revisione prezzi qualunque risulti l'ammontare effettivo dell'appalto e comunque si svolgano i lavori. Esso verrà liquidato con gli stati di avanzamento in rate proporzionali agli importi dei lavori eseguiti.

### **Parte 3**

### **NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

#### **Art.131 Movimento di materie**

*a) Scavi e rilevati per la formazione del corpo stradale* - Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e le relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o di spostamenti eventuali, per la costruzione di rampe di accesso alla strada, verrà determinata col metodo delle sezioni ragguagliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, che saranno rilevate in contraddittorio dell'Impresa all'atto della consegna, salvo la facoltà all'Impresa ed alla Direzione dei lavori di intercalarne altre o di spostarle a monte o a valle per meglio adattarle alla configurazione dei terreni. In base alle sezioni ed al profilo longitudinale contrattuale verranno determinati dei punti di passaggio fra scavo e rilevato per tenerne il debito conto nella valutazione dei relativi volumi.

Lo scavo del cassonetto nei tratti in trincea, delle cunette e dei fossi di guardia sarà pagato col prezzo dello scavo di sbancamento.

L'eventuale scavo del cassonetto nei tratti in rilevato si intende compensato col prezzo relativo alla formazione del rilevato stesso.

Si precisa che il prezzo relativo agli scavi di sbancamento in genere comprende il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., lo scavo, il trasporto dei materiali a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza, la perfetta profilatura delle scarpate, nonché tutti gli oneri derivanti dagli eventuali puntellamenti ed armature nei limiti previsti nel precedente Art.9, quelli già ricordati per l'apertura e la manutenzione di strade private, diritti di passo, occupazione di terreni per depositi temporanei e definitivi, per esaurimenti d'acqua di qualsiasi importanza, ecc.

Nel caso di scavi di sbancamento di materie di qualsiasi natura e consistenza (con l'esclusione della sola roccia da mina) si intendono compensati nel prezzo relativo i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di volume non superiore a 0,50 m<sup>3</sup>; quelli, invece, di cubatura superiore a 0,50 m<sup>3</sup> verranno compensati con i relativi prezzi di elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di sbancamento.

I materiali provenienti dagli scavi in genere, in quanto idonei, restano di proprietà dell'Amministrazione appaltante che ne disporrà come riterrà opportuno. Il loro trasporto nei luoghi di accatastamento od immagazzinamento sarà a carico dell'Impresa, intendendosi l'onere compreso e compensato coi relativi prezzi di elenco riguardanti gli scavi.

Il volume dei rilevati costruiti con materiali provenienti da cave di prestito, verrà ricavato in base alla differenza tra il volume totale del rilevato ed il volume degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei per il reimpiego dalla Direzione dei lavori.

Nel prezzo dei rilevati eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito private si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato e al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni, delle spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali e, per quanto applicabili, di tutti gli oneri citati per scavi di sbancamento.

Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati verrà applicato al volume totale dei rilevati costruiti per la formazione della sede stradale e relative pertinenze.

Esso comprende anche l'onere della preparazione del piano di posa del rilevato che include l'eliminazione di radici, erbe, limi e le argille contenenti materie organiche e microrganismi che sussistano sul piano di posa del rilevato stradale.

Ove sia necessario, a richiesta della Direzione dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere alla stabilizzazione del terreno in quanto appartenente alle categorie A/6-A/7 o quando l'indice di gruppo del terreno non superi 10, mescolando allo strato superficiale del terreno correttivo in rapporto occorrente a realizzare per lo spessore prescritto uno strato sufficientemente compatto ed impermeabile capace di evitare rifluimenti di argilla negli strati superiori o affondamenti di questi.

Tale strato comunque dovrà essere compattato fino ad ottenere una densità del 95% della massima.

Inoltre è compreso l'onere del rivestimento delle scarpate con terra vegetale per uno spessore di almeno 20 cm e la perfetta profilatura delle scarpate.

Il prezzo per lo scavo di sbancamento di bonifica verrà corrisposto solo nel caso che, a richiesta della Direzione dei lavori, venga spinto a profondità superiore a 20 cm sotto il piano di campagna e solo per i volumi eccedenti tale profondità; e a detto maggiore volume eccedente verrà estesa la contabilizzazione del rilevato.

La compattazione meccanica del rilevato sarà valutata a metro cubo quale compenso in aggiunta a quello della formazione dei rilevati, quando detta compattazione venga esplicitamente ordinata dalla Direzione dei lavori con apposito ordine di servizio.

**b) Scavi di sbancamento e scavi di fondazione all'asciutto od in presenza di acqua per l'impianto di opere d'arte, ecc.** - Ai sensi degli Art.7 e Riferimento non valido precedenti, si stabilisce che per le opere da eseguire nelle trincee verranno considerati come scavi per fondazione solamente quelli eseguiti al di sotto del piano orizzontale, od inclinato, secondo il pendio longitudinale, del fondo della cunetta sistemata. Tutti gli altri scavi eseguiti al di sopra del predetto piano, se anche servono per fare luogo alle murature, verranno considerati come scavi di sbancamento e saranno pagati a metro cubo coi prezzi relativi di elenco n. ....

Nelle opere esterne alle trincee saranno considerati scavi di fondazione quelli posti al di sotto del piano di sbancamento o quelli al di sotto del piano orizzontale passante dal punto più basso del terreno naturale interessante la fondazione dell'opera.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume eguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano orizzontale indicato all'Art.7 o come sopra detto e soltanto al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi ai nn. ... ; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e qualunque armatura e puntellazione occorrente.

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

Coi prezzi di elenco per gli scavi di fondazione e di sbancamento, oltre agli obblighi sopra specificati e a quelli emergenti del precedente articolo, l'Impresa dovrà ritenersi compensata:

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

Gli scavi e i tagli di scarpate da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie e di consolidamento, saranno sempre considerati e contabilizzati come scavi di sbancamento per tutta la parte sovrastante al terreno preesistente alla formazione dei rialzi stessi.

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

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

I prezzi relativi agli scavi di fondazione sono applicabili anche agli scavi di fondazione per pozzi qualunque sia la loro sezione planimetrica.

Con i prezzi d'elenco nn. ...., ...., ....., si intendono, altresì, compensati gli oneri che si incontrano per scavi che si debbano eseguire in presenza di acqua fino a quando l'altezza dell'acqua stabilizzata nei cavi non superi l'altezza di 20 cm ed essa non dipenda da cause occasionali come è indicato all'Art.7 del presente Capitolato speciale di appalto.

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

**c) Scavi subacquei** - Quando nei cavi di fondazione l'acqua che si stabilisce naturalmente supera i 20 cm, per la parte eccedente tale limite verrà corrisposto il compenso per scavo subacqueo. Qualora la Direzione dei lavori ritenesse di fare eseguire l'esaurimento dell'acqua od il prosciugamento dei cavi, allo scavo verrà applicato il prezzo normale dei cavi di fondazione.

**d) Scavi subacquei e prosciugamenti** - Saranno pagati a metro cubo con le norme e modalità prescritte nel presente articolo, lett. b) e per zone successive a partire dal piano di livello a quota 0,20 m sotto il livello normale delle acque

stabilitesi nei cavi procedendo verso il basso.

I prezzi di elenco n. ... sono applicabili anche per questi cavi unicamente e rispettivamente al volume di scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e quella del piano inferiore che delimitano la zona stessa, come è indicato nell'elenco prezzi.

Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito nei limiti di ciascuna zona risulterà dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione al volume stesso del corrispondente prezzo di elenco.

Nel caso che l'Amministrazione si avvalga della facoltà di eseguire in economia gli esaurimenti e prosciugamenti dei cavi, pagando a parte questo lavoro (come pure se ciò debba farsi per mancanza di prezzi di scavi subacquei), lo scavo entro i cavi così prosciugati verrà pagato come gli scavi di fondazione all'asciutto od in presenza di acqua indicati alla lett. b) applicando i prezzi relativi a questi scavi per ciascuna zona, a partire quindi, in questo caso, dal piano di sbancamento.

Si richiama la nota relativa alla lett. a) precedente, per il caso che anche per gli scavi di cui alle lett. b) e c) siano previsti prezzi medi, qualunque sia la natura, consistenza e durezza dei materiali da scavare.

## **Titolo 2.2      **DISPOSIZIONI TECNICHE OPERE FOGNARIE (QUALITÀ DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI - NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI****

### **Parte 4      **QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI****

#### **Art.132 Qualità e provenienza dei materiali**

Tutti i materiali che occorrono per la realizzazione delle opere devono essere:

- rispondenti ai requisiti contrattuali
- delle migliori qualità;
- in buono stato di conservazione;
- senza difetti di sorta;
- lavorati a regola d'arte;
- provenienti dalle migliori fabbriche, cave o fornaci;
- adatti all'ambiente in cui vengono impiegati
- dotati di caratteristiche idonee a resistere alle azioni meccaniche, corrosive o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Inoltre, i materiali, devono soddisfare i requisiti prescritti dalle Leggi, dal presente Capitolato, dall'Elenco prezzi, dalla Direzione dei Lavori e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati. Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato Speciale, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.

In merito alla scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Al momento dell'approvvigionamento dei materiali in cantiere, l'Appaltatore dovrà compilare un apposito registro, da sottoporre al visto della Direzione dei Lavori, nel quale saranno annotati i materiali affluiti in cantiere, i materiali impiegati nei lavori e quelli allontanati, con il conseguente aggiornamento delle quantità.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di non accettare i materiali, ancorché messi in opera, perché essa, a suo motivato giudizio, li ritiene di qualità, lavorazione e funzionamento non adatti alla perfetta riuscita dell'opera, non sufficientemente affidabili e non rispondenti pienamente alle prescrizioni del Capitolato e dell'Elenco prezzi, quindi non accettabili. In questo caso l'Impresa, a sua cura e spese, deve sostituire i materiali non accettati con altri, che soddisfino alle condizioni prescritte.

Pertanto tutti i materiali dovranno essere accettati, previa eventuale campionatura, dalla Direzione dei Lavori.

Quando la Direzione dei Lavori abbia denunciato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle qualità volute. I materiali rifiutati dovranno essere sgomberati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Impresa resta comunque totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Committenza in sede di collaudo.

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte o con una lavorazione più accurata, ciò non gli darà diritto ad un aumento dei prezzi e la stima sarà fatta come se i materiali avessero le dimensioni, la consistenza e le qualità stabilite dal contratto.

Qualora venga ammessa dalla Committenza - in quanto non pregiudizievole all'idoneità dell'opera - qualche scarsità nelle dimensioni, nella consistenza o qualità dei materiali, ovvero una minor lavorazione, la Direzione dei Lavori può applicare un'adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.

Se l'Appaltatore, senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, impiegherà materiali di dimensioni, consistenza o qualità inferiori a quelle prescritte, l'opera potrà essere rifiutata e l'Appaltatore sarà tenuto a rimuovere a sua cura e spese detti materiali ed a rifare l'opera secondo le prescrizioni, restando invariati i termini di ultimazione contrattuale.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove prescritte dal presente Capitolato sui materiali impiegati o da impiegarsi nonché sui manufatti sia prefabbricati che formati in opera. In mancanza di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, o di una normativa specifica di Capitolato, è riservato alla Direzione dei Lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari. Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale; in tale sede l'Appaltatore ha facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

I campioni delle forniture consegnati dall'Impresa, che debbano essere inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, potranno essere conservati negli Uffici della Committenza, muniti di sigilli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

In mancanza di una speciale normativa di legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, sono a totale, esclusivo carico dell'Appaltatore, salvo nei casi in cui siano dal presente Capitolato espressamente prescritti criteri diversi.

Qualora, senza responsabilità dell'Appaltatore, i lavori debbano essere in tutto o in parte sospesi in attesa dell'esito di prove in corso, l'Appaltatore stesso, mentre non avrà diritto a reclamare alcun indennizzo per danni che dovessero derivargli o spese che dovesse sostenere, potrà richiedere una congrua proroga del tempo assegnatogli per il compimento dei lavori. Per contro, se il perdurare del ritardo risultasse di pregiudizio alla Committenza, l'Appaltatore, a richiesta della Direzione dei Lavori, dovrà prestarsi a far effettuare le prove in causa presso un altro Istituto, sostenendo l'intero onere relativo, in relazione alla generale obbligazione, che egli si è assunto con il Contratto, di certificare la rispondenza dei materiali e delle varie parti dell'opera alle condizioni del Capitolato.

Qualora invece l'esito delle prove pervenga con ritardo per motivi da attribuire alla responsabilità dell'Appaltatore - e semprechè i lavori debbano per conseguenza essere, anche se solo parzialmente, sospesi - spirato il termine ultimativo che la Direzione dei Lavori avrà prescritto, si farà senz'altro luogo all'applicazione della penale prevista per il caso di ritardo nel compimento dei lavori.

### ***Art.133 Campionatura e prove dei materiali***

Sarà compito della Committenza indicare preventivamente eventuali prove da eseguirsi, in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi nelle opere e negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese da sostenere per tali prove non saranno a carico della Committenza.

Essa si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

Tutti i materiali da impiegarsi nell'esecuzione dei lavori devono essere di ottima qualità, e rispondere a requisiti contrattuali per quanto riguarda tutte le prescritte caratteristiche, quali dimensioni, peso, numero qualità, specie, colori, tipo di lavorazione, ecc. Il loro approvvigionamento in cantiere deve essere tempestivo in modo da evitare interruzioni o ritardi nei lavori. La provenienza dei materiali non è vincolante - salvo i casi esplicitamente indicati in Capitolato - ma deve essere documentata a richiesta della Direzione Lavori.

Per la fornitura di materiali particolari, l'Appaltatore è tenuto a fornire tempestivamente (se del caso entro i termini fissati dalla Direzione Lavori) una adeguata campionatura che permetta una scelta adeguata e sufficiente fra materiali aventi analoghe caratteristiche ed uguale rispondenza alle prescrizioni di Capitolato.

I campioni dei materiali prescelti restano depositati presso la Direzione Lavori per il controllo della corrispondenza fra essi e i materiali che saranno successivamente approvvigionati per l'esecuzione dei lavori.

In ogni caso tutti i materiali prima della posa in opera devono essere riconosciuti idonei ed essere accettati dalla Direzione Lavori.

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle provviste in genere da parte della Direzione Lavori non pregiudica il diritto della Direzione stessa, in qualsiasi momento anche dopo la posa in opera e fino ad avvenuto collaudo di rifiutare i materiali stessi e gli eventuali lavori eseguiti con essi, che non si riscontrino corrispondenti alle condizioni contrattuali o ai campioni accettati, inoltre l'Appaltatore rimane sempre unico garante e responsabile della riuscita dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali accettati ed impiegati nella esecuzione di lavori stessi.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Appaltatore deve subito sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche richieste, allontanando immediatamente dal cantiere, a sua cura e spese, i materiali rifiutati.

Analogamente l'appaltatore deve demolire le opere rifiutate dalla Direzione Lavori come non corrispondenti alle condizioni contrattuali, ricostruendole a regola d'arte, sempre a sue spese, entro il termine perentorio che viene stabilito di volta in volta dalla Direzione stessa.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore è inoltre obbligato, in ogni tempo, a prestarsi per sottoporre i

materiali, da impiegare o già impiegati, alle prove regolamentari e agli esperimenti speciali che potrà prescrivere la Direzione stessa, per l'accertamento delle loro qualità e resistenza.

Gli eventuali campioni vengono prelevati, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori alla presenza di un rappresentante dell'Appaltatore, che è tenuto a sottoscrivere un regolare "Verbale di prelievo"; detti campioni vengono conservati con le modalità e nei luoghi stabiliti dalla Direzione Lavori e successivamente inoltrati ai Laboratori ufficiali per l'effettuazione della e prove.

I risultati accertati dai suddetti Laboratori si intendono sempre validi ed impegnativi a tutti gli effetti del presente appalto.

Tutte le spese per il prelevamento, la conservazione e l'inoltro dei campioni ai Laboratori ufficiali, nonché le spese per gli esami e le prove effettuate dai Laboratori stessi od in cantiere, sono a completo carico dell'Appaltatore, che dovrà assolverle direttamente. Oltre alle prescrizioni di cui alle singole voci dell'elenco dei prezzi, i materiali devono essere conformi alle prescrizioni di seguito riportate.

Per ogni fornitura di tubi, pezzi speciali e materiali per giunzioni - definita dal progetto e/o dalla Direzione dei Lavori in funzione delle caratteristiche delle acque da convogliare e del suolo, nonché del funzionamento idraulico della canalizzazione e delle situazioni ambientali, inclusi i carichi esterni - dovrà essere accertata la rispondenza alle prescrizioni di qualità di cui al presente Capitolato, mediante prove dirette da eseguirsi sui materiali oggetto della fornitura, ovvero prove eseguite sulla produzione ordinaria.

Le prove dirette sono a carico dell'Appaltatore; tuttavia, se il fornitore esegue prove sulla produzione ordinaria conformi alle prescrizioni del presente Capitolato, mettendo i risultati a disposizione della Direzione dei Lavori e questa esige ugualmente l'esecuzione di prove di laboratorio dirette, le relative spese saranno a carico dell'Appaltatore solo se i risultati non siano conformi alle prescrizioni di qualità.

Le prove dei prodotti, andranno eseguite su rivestimenti applicati a lamierini in acciaio, secondo le norme ex UNI 4715/2, e lasciarli indurire per 15 giorni a +20°C, di spessore 400 microns per le prove a) e 100 microns per le successive.

Al termine dell'immersione la superficie del prodotto si deve presentare integra e senza vescicature.

a) consistono nella immersione, per la durata di 60 giorni, nelle seguenti soluzioni:

	EPOSSIDICHE	EPOSSICATRAMOSE			
		%	c	x	c
Acido lattico		15	50	5	40
Acido cloridico		25	60	15	45
Acido fosforico		50	55	20	50
Acido solforico		50	55	20	50
Idrossido di sodio		50	50	15	70
Idrato di ammonio	10	45	10	40	
Benzina avio		100	50	100	50
Detergenti sintetici amionici	0,5	55	0,5	50	
Idrogeno solfato satura	50	satura	50		

b) *prova di durezza*: si effettua secondo le norme ex UNI 4715/7;

c) *prova di imbutitura*: si effettua con l'apparecchio di Erichsen, e deve dare una penetrazione minima di 4 mm prima della rottura dei film di vernice;

d) *prova di impermeabilità*: non si deve verificare alcuna alterazione né assorbimento d'acqua dopo immersione in acqua distillata a 20°C per 15 giorni, secondo norme ex UNI 4715/15.

#### **Art.134 Prove in opera**

Si effettueranno prove di spessore e di aderenza ogni 500 mq di rivestimento realizzato.

*prova di aderenza*: verrà eseguita mediante quadrettatura a scacchiera di almeno 100 quadratini di lato un millimetro.

Perché il rivestimento venga accettato è necessario che almeno il 90% dei quadratini si mantenga aderente al supporto.

L'Appaltatore dovrà garantire il rivestimento protettivo per la durata di 2 anni successivi al collaudo dell'opera, e per tale periodo dovrà provvedere senza alcun compenso a tutte le riparazioni che si rendano necessarie a causa di deficienze del prodotto o di cattiva applicazione.

#### **Art.135 Prove sulla produzione ordinaria**

Le prove sulla produzione ordinaria, ammesse qualora il fornitore sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione, consistono nell'autocontrollo continuo e in controlli esterni periodici della produzione stessa, da parte di un laboratorio riconosciuto, conformi alle norme specifiche richiamate nel presente Capitolato, con

riferimento al tipo ed alla frequenza delle prove da eseguire ed ai quantitativi di materiale da prelevare. I risultati dell'autocontrollo devono essere registrati ed oggetto di valutazioni statistiche.

Le singole partite di tubi, pezzi speciali e giunti dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite a cura del fornitore, che verranno valutati con particolare riferimento al valore della pressione nominale di fornitura, da confrontarsi con la sommatoria della pressione idraulica di esercizio e delle pressioni esterne (carico del terreno, sovraccarichi statici e dinamici, condizioni di appoggio, variazioni termiche, azioni sismiche, ecc.) a cui è soggetta la canalizzazione.

Il fornitore dei materiali darà libero accesso nel proprio stabilimento agli incaricati della Direzione dei Lavori, per consentire le verifiche intese ad accertare che siano esattamente osservate le prescrizioni di fabbricazione e fornitura.

#### ***Art.136 Prove dirette***

Alla scelta dei tubi da sottoporre a prove dirette di laboratorio si procederà di comune accordo tra l'Appaltatore e la Direzione dei Lavori; in difetto di accordo, quest'ultima designerà un tecnico specializzato cui affidare la scelta. I tubi possono essere prelevati o dalle scorte di magazzino o dalla partita da fornirsi, sia in fabbrica che in cantiere. Saranno prelevati per l'esame tubi che, nell'aspetto esterno ed alla percussione, corrispondano alla media della scorta o della fornitura.

Per le prove di laboratorio eseguite direttamente sui materiali della fornitura, verranno prelevate le quantità precisate nelle norme specifiche. Le prove dirette devono essere eseguite ad una data fissata di comune accordo con la Committenza. Qualora le prove vengano eseguite presso il fornitore, la Direzione dei Lavori avrà libero accesso alle sale di collaudo ed ai magazzini del fornitore stesso, per controllare o provare il materiale oggetto della fornitura. In tal caso, tutte le prove devono essere ultimate prima della spedizione della fornitura. Qualora uno dei materiali non soddisfacesse ad una delle prove di laboratorio, la prova stessa dovrà essere ripetuta su un numero doppio di unità. L'esito negativo su una di queste seconde prove comporterà il rifiuto dell'intero lotto. Le prescrizioni specifiche relative alle caratteristiche generali di qualità, alle tolleranze ed alla marcatura verranno invece controllate in cantiere su ogni elemento della fornitura; i materiali non rispondenti verranno rifiutati.

#### ***Art.137 Accettazione***

I materiali e gli impianti per i quali sono stati richiesti i campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte della Committenza.

L'accettazione dovrà avvenire entro 7 giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.

L'Appaltatore non dovrà porre in opera materiali o impianti rifiutati dalla Committenza, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere.

#### ***Art.138 Acqua***

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose all'uso cui è destinata, e non essere aggressiva per il conglomerato risultante e rispondente ai requisiti della norma UNI EN 1008 come richiesto dal D.M. 14/01/08 (NTC 2008). Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

#### ***Art.139 Leganti idraulici***

Per i leganti idraulici debbono essere rispettate tutte le norme stabilite dalla legge 26 maggio 1965, n. 595: Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici e successive modifiche e integrazioni. Essi dovranno essere approvvigionati in relazione alle occorrenze, con un anticipo tale, tuttavia, rispetto alla data del loro impiego, da consentire l'effettuazione di tutte le prove prescritte presso i Laboratori stabiliti dalla Direzione dei Lavori, e ciò indipendentemente dalle indicazioni riportate sui contenitori, loro sigilli e cartellini che la legge prescrive.

Le disposizioni che dovessero essere impartite dalla Direzione stessa in relazione all'esito delle prove - sia quanto alle modalità d'uso del materiale sia per l'eventuale suo allontanamento e sostituzione con altro migliore - sono obbligatorie per l'Appaltatore, che dovrà tempestivamente eseguirle.

L'Appaltatore non potrà richiedere alcun compenso e accampare alcuna pretesa per i ritardi e le sospensioni che potessero subire i lavori in attesa o in conseguenza dei risultati delle prove.

Oltre alle indicate norme generali, valgono quelle particolari di seguito riportate.

#### ***Art.140 Cementi***

Secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori, verranno utilizzati cemento Portland, pozzolanico, alluminoso o d'altoforno, con resistenza a compressione dopo 28 giorni variabile da 325 a 525 kg/cm<sub>2</sub>. I requisiti di accettazione e le modalità di prova dei cementi dovranno essere conformi alle norme di cui al D.M. 3 giugno 1968

come modificato dal D.M. 20 novembre 1984 e al D.M. 14/01/08 (NTC 2008).

Quando i cementi vengono approvvigionati in sacchi, questi debbono essere conservati in locali coperti, asciutti e ben aerati, al riparo dal vento e dalla pioggia: essi saranno disposti su tavolati isolati dal suolo, in cataste di forma regolare, non addossate alle pareti, che verranno inoltre ricoperte con teli impermeabili o fogli in materiale plastico.

I cementi che non vengono conservati secondo le modalità prescritte, i cui contenitori risultino manomessi, o che comunque all'atto dell'impiego presentino grumi o altre alterazioni, dovranno essere senz'altro allontanati tempestivamente ad esclusive cure e spese dell'Appaltatore, restando la Committenza estranea alle eventuali ragioni ed azioni che il medesimo potesse opporre al Fornitore.

Qualora i cementi vengano approvvigionati alla rinfusa, per il trasporto si impiegheranno appositi automezzi. Ferma la necessità dei documenti di accompagnamento prescritti dall'Art. 3 della L. 595 del 26 maggio 1965 i contenitori impiegati per il trasporto dovranno avere ogni loro apertura chiusa con legame munito di sigillo recante un cartellino distintivo del prodotto, il tutto conformemente a quanto prescritto dalla legge stessa, al medesimo articolo, per le forniture in sacchi.

L'impiego di cementi alla rinfusa non potrà essere consentito qualora il cantiere non sia dotato di idonea attrezzatura per lo svuotamento dei contenitori di trasporto, di silos per lo stoccaggio e di bilancia per la pesatura all'atto dell'impiego.

#### **Art.141 Agglomeranti cementizi**

Per la fornitura degli agglomeranti cementizi si richiamano i requisiti di accettazione e le modalità di prova di cui al D.M. 14 gennaio 1966 e al D.M. 14/01/08 (NTC 2008); per la loro conservazione in cantiere e l'accettazione all'atto dell'impiego, valgono le prescrizioni relative ai cementi riportate al precedente Art.76.1.

#### **Art.142 Calci idrauliche**

Le calci idrauliche in polvere dovranno essere fornite esclusivamente in sacchi; i loro requisiti di accettazione e le relative modalità di prova saranno conformi alle norme di cui al D.M. 14 gennaio 1966, al D.M. 31 agosto 1972 e al D.M. 14/01/08 (NTC 2008), mentre per la loro conservazione e accettazione all'atto dell'impiego valgono le norme stabilite per i cementi al precedente Art.76.1.

Le calci idrauliche in zolle potranno essere utilizzate solo su espressa autorizzazione della Direzione dei Lavori. In tal caso, dovranno essere approvvigionate in stretta correlazione ai fabbisogni, evitando la costituzione di scorte; esse verranno inoltre trasportate e conservate, anche in cantiere, come prescritto dall'Art. 3 della L. 595 del 26 maggio 1965. In ogni caso, la calce che all'atto dell'impiego si presenti sfiorita, polverulenta o non perfettamente anidra sarà rifiutata.

Lo spegnimento, da effettuarsi negli appositi bagnoli, dovrà avvenire con adeguato anticipo rispetto al momento in cui occorre avere disponibile il grassello, tenendo anche conto del tempo occorrente all'idratazione delle zolle: la conservazione avverrà in vasche di muratura, disposte in serie rispetto ai bagnoli e depresse rispetto alla bocca di scarico degli stessi, curando tuttavia che l'impiego avvenga prima dell'inizio della presa, poiché tutto il prodotto che in tale momento non fosse stato ancora utilizzato dovrà essere gettato a rifiuto.

#### **Art.143 Inerti lapidei**

Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati all'esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia all'epoca dell'esecuzione dei lavori.

La granulometria degli aggregati litici degli impasti potrà essere espressamente prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei conglomerati e l'Appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche per ogni lavoro.

Fermo quanto sopra, valgono le seguenti prescrizioni particolari:

#### **Art.144 PRODOTTI DI GRÈS CERAMICO**

##### **Art.145 Prescrizioni generali relative alla fornitura**

- *Definizione* - Le presenti norme si riferiscono a tubi ed elementi complementari di grès ceramico, provenienti dalla sinterizzazione ad alta temperatura di materiali a base di argilla, a giunzione flessibile, con o senza manicotto.
- *Caratteristiche geometriche dei tubi* - I tubi in grès hanno diametri minimi interni e lunghezze preferenziali indicati nella tabella 1. Le dimensioni degli elementi complementari sono specificate nella norma UNI EN 295/1.
- *Marcatura* - Su ogni tubo o elemento complementare devono essere impresse, in modo indelebile, le seguenti indicazioni:
  - a) marchio di fabbrica;
  - b) marchio dell'ente di certificazione;
  - c) data di fabbricazione;

- d) diametro nominale;
- e) sistema di giunzione;
- d) resistenza allo schiacciamento.

#### **Art.146 Prescrizioni di qualità dei prodotti in grès**

- **Caratteristiche generali di qualità** - Per la produzione di tubi e di relativi elementi complementari di grès devono essere impiegati degli impasti di argille adatti sottoposti poi a cottura di vetrificazione. La qualità e l'omogeneità delle argille impiegate sarà tale da garantire la conformità del prodotto finale con le esigenze del presente Capitolato. I tubi ed elementi complementari devono essere sani ed esenti da difetti che possano comprometterne il buon funzionamento nelle condizioni di impiego al quale sono destinati.  
Difetti apparenti, come per esempio punti opachi nella vernice, asperità della superficie, pieghe nel punto di transizione tra canna e sghembo del bicchiere, nonché minori danneggiamenti superficiali non ne compromettono l'idoneità all'impiego se non pregiudicano la tenuta ai liquidi, la durata e le caratteristiche idrauliche dei tubi e dei relativi elementi complementari.  
I tubi e relativi elementi complementari possono essere verniciati o non all'interno e/o all'esterno. Le superfici di contatto della punta e del bicchiere di tubi verniciati non devono essere necessariamente verniciate.

Tabella 1 - Tubi in grès. Dimensioni e resistenze (UNI EN 295)

Diametro mm DN	Diametro minimo interno	Lunghezza preferenziale (m)	Classi di resistenza (kN/m <sup>2</sup> )	Carico minimo di schiacciamento (kN/m)
100	96			40
150	146			40
200	195	1,5/2,0	160 240	32 48
250	244	1,5/2,0	160 240	40 60
300	293	1,5/2,0/2,5	160 240	48 72
350	341	1,5/2,0/2,5/3,0	120 160	42 56
400	390	"	120 160	48 64
500	487	"	120	60
600	585	"	95	57
700	682	"	L	60
800	780	"	L	60
1000	975	"	L	60
1200	1170	"	L	60

- **Tolleranze** - La differenza tra il diametro nominale e il diametro minimo non deve essere maggiore del 2,5%. La tolleranza sulla lunghezza nominale dei tubi, arrotondata al millimetro, deve essere contenuta entro i limiti di 1% e +4%, con un minimo ammesso pari a  $\pm 10$  mm.  
Per i diametri fino a DN 300, la deviazione massima ammessa per l'ortogonalità delle punte è di 6 mm. Per i diametri maggiori di DN 300, la deviazione non deve essere superiore ad un valore corrispondente al 2% del diametro nominale.  
La deviazione della parete esterna rispetto alla linea retta della canna dei tubi non deve essere maggiore dei seguenti valori:
  - per DN < 150 : 6 mm/m
  - per 150 ≤ DN ≤ 250 : 5 mm/m
  - per DN > 250 : 4 mm/m.
- **Resistenza allo schiacciamento** - I tubi in grès sono divisi in classi di resistenza con il carico di schiacciamento minimo indicato nella tabella 1. Per eventuali calcoli strutturali, lo spessore delle tubazioni deve essere dichiarato dal fabbricante.
- **Tenuta all'acqua** - Per tubazioni ed elementi complementari in grès il valore di tenuta idraulica viene fissato in 0,5 bar.
- **Sistemi di giunzione** - Le guarnizioni ad anello in gomma devono essere solidali con le tubazioni, applicate direttamente in fabbrica e conformi alle specifiche definite dalla norma ISO/DIS 4633.  
I sistemi di giunzione in poliuretano sono costituiti da anelli di poliuretano prefabbricati, applicati direttamente in fabbrica, sia sulla punta delle canne che all'interno del bicchiere. Tali guarnizioni dovranno avere le seguenti caratteristiche:
  - resistenza a trazione  $\geq 2$  N/mm<sup>2</sup>

- allungamento a rottura <sup>3</sup> 90%
- durezza: 67 ± 5 Shore A.
- *Controlli e collaudi* - Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi dell'Riferimento non valido e Riferimento non valido devono essere conformi alle norme UNI-EN 295/2, 295/3.

### **Art.147 Materiali ferrosi**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere conformi, per quanto attiene a condizioni tecniche generali di fornitura, dimensioni e tolleranza, qualità e prove, alla normativa UNI vigente all'epoca della esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto a sostituire con materiale nuovo, meritevole di collaudo, tutti i pezzi che subiscano guasti o rotture durante il trasporto ovvero durante e dopo la loro posa in opera, quando tali rotture risultassero dipendenti da struttura difettosa o da qualità del materiale non corrispondente alle presenti norme tecniche. In questi casi egli è inoltre responsabile dei danni che derivassero alla Committenza o a terzi.

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori, devono essere esenti da scorie, soffiature, paglie, ecc. e da qualsiasi difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Il ferro comune deve essere di prima qualità, di natura fibrosa a grana omogenea, senza slegamenti, sfogliature, peli, ruggine, di vena dritta e continua, di colore biancoazzurrognolo e dovrà resistere senza rompersi a una trazione di 40 Kg/mm<sup>2</sup> di sezione. Deve essere malleabile tanto da freddo che a caldo, senza paglietta, sfaldature o altri difetti anche non visibili, deve saldarsi bene, non fendersi o spezzarsi sotto la percossa del martello, non sfaldarsi attorcigliandolo, non guastarsi agli orli perforandolo. Il ferro per c.a. si distingue nel modo seguente:

- acciaio F e B 22 - resistenza alla trazione maggiore o uguale a 34 Kg/mm<sup>2</sup>, limite di snervamento maggiore o uguale al 24%;
- acciaio F e B 32 - resistenza alla trazione maggiore o uguale a 50 Kg/mm<sup>2</sup>, limite di snervamento maggiore o uguale al 23%;
- acciaio F e B 44 - resistenza alla trazione maggiore o uguale a 55 Kg/mm<sup>2</sup>, limite di snervamento maggiore o uguale a 44 Kg/mm<sup>2</sup>, allungamento maggiore o uguale al 12%.

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, deve essere di prima qualità esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

La ghisa deve essere di prima qualità, e di seconda fusione, dolce tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza, deve inoltre essere perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa.

Per gli acciai inossidabili si prescrive che sulla superficie non devono essere visibili difetti di origine meccanica od inclusioni, queste ultime dannose perché funzionano da innesco per la corrosione. L'acciaio XB CN 188, sottoposto per 100 ore alla prova in nebbia salina, non deve presentare tracce di corrosioni.

I materiali ferrosi dei tipi di seguito indicati dovranno inoltre presentare, a seconda della loro qualità, i requisiti caso per caso precisati:

### **Art.148 Acciai per opere in conglomerato cementizio**

- 1) Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel Decreto Ministeriale del 9 gennaio 1996, *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*, attuativo della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, nelle relative Circolari esplicative e nel D.M. 14/01/08 (NTC 2008).
- 2) E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine
- 3) Le precedenti disposizioni valgono per tutti gli acciai da costruzione di cui all'allegato 8 del suddetto Decreto Ministeriale 9 gennaio 1996.

### **Art.149 Ghisa**

Dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, escluse assolutamente le ghise fosforose.

Essa dovrà subire poco ritiro durante il raffreddamento, presentare una frattura grigia, a grana fina perfettamente omogenea e compatta, senza presenza alcuna di gocce fredde, screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti, specie se suscettibili di diminuirne la resistenza; dovrà inoltre potersi facilmente lavorare con la lima o con lo scalpello. Verranno senz'altro rifiutati i materiali che presentassero difetti di fusione, siano o no mascherati con piombo, stucco od altri mezzi.

La ghisa dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- Resistenza all'urto una sbarra di saggio lunga 200 mm a sezione trasversale quadrata, di 40 mm di lato, fusa in sabbia molto secca, collocata orizzontalmente su due appoggi a coltello, distanti fra loro 16 cm, e fissata all'incudine di ghisa regolamentare, deve sopportare senza rompersi l'urto di una palla di 12 kg cadente da un'altezza di 60 cm sulla metà dell'intervallo compreso tra i due appoggi.

L'incudine dovrà avere la lunghezza di 250 mm, la larghezza di 100 mm ed essere appoggiata su un letto di sabbia di 40 cm di spessore.

- Resistenza alla flessione Una sbarra di saggio delle stesse dimensioni e posta su due appoggi, come fissati allo stesso modo, dovrà sopportare nel mezzo un carico di 6.000 kg.
- Resistenza alla trazione Una sbarra di saggio a sezione circolare di circa 30 mm di diametro, assoggettata ad una trazione crescente per gradi, non dovrà rompersi che ad uno sforzo superiore ai 12 kg per mm<sup>2</sup> di sezione trasversale e la frattura dovrà presentare i caratteri sopra indicati.

Per questa prova, le sbarre saranno staccate da un pezzo e lavorate a freddo per mezzo di fresatrice, tornio e lima. Le teste delle sbarre in prova saranno sagomate secondo le forme e le dimensioni che saranno prescritte.

#### **Art.150 Trattamenti protettivi superficiali**

Resine epossidiche ed epossicatramose - i materiali impiegati per il trattamento dei condotti contro la corrosione dovranno avere una composizione quale risulta dalla seguente tabella, in cui sono riportate le percentuali minima, ottimale e massima dei diversi componenti.

	EPOSSIDICHE			EPOSSICATRAMOSE		
	Minim a	Ottimal e	massim a	minim a	ottimal e	massim a
Pece di catrame	-	-	-	15	30	-
Resina	30	50	-	25	30	-
Solvente	-	-	-15	-	-	25
Carica e pigmenti	-	-	55	-	-	35

Tutti i componenti dovranno essere di buona qualità, in particolare la pece di catrame deve essere ricavata dalla distillazione del carbon fossile, e le cariche devono essere tali da migliorare, o comunque non peggiorare, le caratteristiche chimiche e meccaniche del prodotto.

Il rivestimento andrà applicato in due mani, su superficie di calcestruzzo ben spazzolato, e priva di tracce di unto e grasso, sino a raggiungere uno spessore di 400 microns.

Se la superficie del calcestruzzo si presenta umida, le due mani di cui sopra dovranno essere precedute da una mano di imprimitura con prodotto emulsionabile in acqua, tale da garantire la perfetta aderenza del rivestimento al supporto.

Le mani successive andranno applicate a pennello; e ammesso l'uso delle pistole a spruzzo senza aria, ma solo su superfici già imprimate; per motivi igienici non è ammesso l'uso delle pistole ad aria.

Nel caso di trattamento applicato in opera, l'Appaltatore dovrà assumere tutte le misure di sicurezza necessarie, come la ventilazione dei condotti, la protezione dei solventi da fiamme libere o scintille, ecc. Il condotto dovrà essere mantenuto libero da acqua sino a polimerizzazione completa avvenuta.

Il materiale usato per il trattamento dovrà superare le prove sotto elencate da effettuarsi sia sul prodotto sia in opera.

*Prove sul prodotto.* - andranno eseguite su rivestimenti applicati a lamierini in acciaio, secondo le norme ex UNI 4715/2, e lasciarli indurire per 15 giorni a +20°C, di spessore 400 microns per le prove a) e 100 microns per le successive.

a) *prove chimiche* - consistono nella immersione, per la durata di 60 giorni, nelle seguenti soluzioni:

	EPOSSIDICHE		EPOSSICATRAMOSE		
	%	c	x	c	
Acido lattico	15	50	5	40	
Acido cloridico	25	60	15	45	
Acido fosforico	50	55	20	50	
Acido solforico	50	55	20	50	
Idrossido di sodio	50	50	15	70	
Idrato di ammonio	10	45	10	40	
Benzina avio	100	50	100	50	
Detergenti amionici	sintetici	0,5	55	0,5	50
Idrogeno solfato	satura	50	satura	50	

Al termine dell'immersione la superficie del prodotto si deve presentare integra e senza vescicature.

*b) prova di durezza* - si effettua secondo le norme ex UNI 4715/7;

*c) prova di imbutitura* - si effettua con l'apparecchio di Erichsen, e deve dare una penetrazione minima di 4 mm prima della rottura dei film di vernice;

*d) prova di impermeabilità* - non si deve verificare alcuna alterazione né assorbimento d'acqua dopo immersione in acqua distillata a 20°C per 15 giorni, secondo norme ex UNI 4715/15.

*Prove in opera* - si effettueranno prove di spessore e di aderenza ogni 500 mq di rivestimento realizzato.

La prova di aderenza verrà eseguita mediante quadrettatura a scacchiera di almeno 100 quadratini di lato un millimetro.

Perché il rivestimento venga accettato è necessario che almeno il 90% dei quadratini si mantenga aderente al supporto.

L'Appaltatore dovrà garantire il rivestimento protettivo per la durata di 2 anni successivi al collaudo dell'opera, e per tale periodo dovrà provvedere senza alcun compenso a tutte le riparazioni che si rendano necessarie a causa di deficienze del prodotto o di cattiva applicazione.

#### **Art.151 Tubazioni prefabbricate**

Dovranno corrispondere come dimensioni, forma e caratteristiche costruttive ai "campioni" depositati presso l'Ufficio Tecnico Comunale, nonché ai tipi allegati al presente Capitolato. Saranno costruiti in conglomerato cementizio vibrato, avente i seguenti dosaggi di cemento "tipo 425" per metro cubo di miscuglio secco di inerti (costituito da sabbia e ghiaietto, vagliati e lavati, con adatta composizione granulometrica):

- ql. 3,00 per i pozzetti, le cassette di raccordo e gli elementi costituenti i condotti di fognatura di qualunque sezione;
- ql. 4,00 per i tubi, le botole stradali, ecc.;
- ql. 5,00 per le caditoie da carreggiata.

Le armature di acciaio F e B 22 dovranno anch'esse corrispondere, sia come diametri che come disposizione dei ferri, ai "tipi" sopra richiamati. I tubi di cemento saranno forniti in pezzi della lunghezza di ml 1,00 con gargame profilato ed a perfetta tenuta con semplice stuccatura in cemento.

Saranno eseguiti a perfetta regola d'arte, gettati nelle forme apposite ed accuratamente pressati meccanicamente. Il tubo non dovrà avere ghiaietto affiorante sia nella parte interna che in quella esterna. I tubi dovranno avere una stagionatura di non meno di 18 giorni ed essere perfettamente calibrati con tolleranza sul raggio inferiore all'1% con gargami esattamente profilati, pareti perfettamente lisce ed esenti da scabrosità e sbavature.

#### **Art.152 Tubi di cloruro di polivinile**

I buti di cloruro di polivinile devono essere ottenuti per trafilatura, avere resistenza minima alla trazione di 480 Kg/cm<sup>2</sup> (da potersi verificare con prove sia meccaniche sia idrauliche): tolleranza +10% sia sul peso (calcolato in base al peso specifico 1,46) sia sugli spessori; tolleranza +2,50% sul diametro interno; resistenza minima al calore (secondo Vicat) 88 gradi. Per quanto riguarda i tubi di cloruro non plastificato (P.V.C. n.p.) devono rispondere ai requisiti prescritti dalla norma UNI EN 1452, ed inoltre devono essere muniti del marchio di conformità. Devono essere assolutamente inerti a tutti gli agenti corrosivi che si potranno trovare sia nell'acqua, sia nel terreno e non permettere alcun trasudamento.

#### **Art.153 Tubi in conglomerato cementizio semplice**

#### **Art.154 Prescrizioni relative alla fornitura**

- *Definizione* - Appartengono a questa categoria e sono soggetti alle seguenti norme i condotti in conglomerato cementizio nei quali o non esiste armatura metallica, ovvero la stessa sia prevista esclusivamente per le necessità di trasporto e di posa.
- *Forme* - Sono normalizzati in questo articolo tubi e pezzi speciali, con o senza piede, con giunto a maschio e femmina o a bicchiere, con spessori normali o - per i tubi circolari - rinforzati, aventi le seguenti forme:
  - tipo C: circolare senza piede
  - tipo CR: circolare senza piede rinforzato
  - tipo CP: circolare con piede
  - tipo CPR: circolare con piede rinforzato
  - tipo OP: ovoidale con piede
- *Dimensioni* - La lunghezza dei tubi in mm deve essere un multiplo di 500. Le dimensioni dei tubi sono indicate nelle tabelle 2 e 3.
- *Marcatura*

I tubi devono essere contrassegnati in modo durevole sulla parete esterna, con l'indicazione di:

- a) marchio di fabbrica,
- b) anno e mese di fabbricazione,
- c) dimensioni nominali e tipo del giunto.

### Art.155 Prescrizioni di qualità

- **Caratteristiche generali di qualità** I tubi e i pezzi speciali devono avere caratteristiche uniformi. Essi non devono presentare difetti che possano compromettere la loro resistenza, impermeabilità o durata. Piccoli fori e screpolature superficiali fini, a tela di ragno, non hanno importanza, purché siano rispettate le prescrizioni del presente Capitolato. Le estremità dei tubi devono presentare spigoli netti.
- **Tolleranze** - La tolleranza sulla lunghezza nominale dei tubi è pari a  $\pm 1\%$ . Le tolleranze sulle dimensioni trasversali sono indicate nelle tabelle 2 e 3. Le superfici interne dei tubi e la superficie del piede (per i tubi con piede) devono avere generatrici rettilinee: è ammesso uno scostamento massimo dalla retta pari al 0,5% della lunghezza del tubo.

Tabella 2 - Tubi circolari in conglomerato cementizio semplice - Dimensioni e tolleranze (misure in mm)

Diametro nominale		Massimo scarto delle superfici frontali (*)	Larghezza del piede	Spessori minimi						
Misura	Tolleranza			Tipo C	Tipo CP		Tipo CR	Tipo CPR		
					Imposta	Chiave e piede		Imposta	Chiave	Piede
100	$\pm 2$	3	80	22	22	22	-	-	-	-
150	$\pm 2$	3	120	24	24	24	-	-	-	-
200	$\pm 3$	4	160	26	26	26	-	-	-	-
250	$\pm 3$	4	200	30	30	30	-	-	-	-
300	$\pm 4$	5	240	36	36	36	50	50	50	65
400	$\pm 4$	6	320	42	42	42	65	50	65	90
500	$\pm 5$	6	400	50	50	58	85	70	85	110
600	$\pm 6$	8	450	58	58	70	100	85	100	130
700	$\pm 6$	8	500	66	66	80	115	100	115	150
800	$\pm 7$	10	550	74	74	90	130	115	130	170
900	$\pm 7$	10	600				145	130	145	195
1.000	$\pm 8$	12	650				160	145	160	215
1.100	$\pm 8$	12	680	Da concordare con la Committenza			175	160	175	240
1.200	$\pm 10$	14	730				190	170	190	260
1.300	$\pm 10$	14	780				205	185	205	280
1.400	$\pm 10$	16	840				220	200	220	300
1.500	$\pm 10$	16	900				235	215	235	320

(\*) Per scarto delle superfici frontali si intende la massima distanza tra le superfici frontali e i piani perpendicolari all'asse tangenti al bordo esterno del tubo

Tabella 3 - Tubi ovoidali in conglomerato cementizio semplice - Dimensioni e tolleranze (misure in mm)

Dimensione nominale		Massimo scarto delle superfici frontali (*)	Larghezza del piede	Spessori minimi		
Misure	Tolleranza			Imposta	Chiave	Piede
400 X 600	± 4	6	265	52	68	68
500 X 750	± 5	6	320	64	84	84
600 X 900	± 6	8	375	74	98	98
700 X 1050	± 6	8	430	84	110	110
800 X 1200	± 7	10	490	94	122	122
900 X 1350	± 7	10	545	102	134	134
1000 X 1500	± 8	12	600	110	146	146
1200 X 1800	± 10	14	720	122	160	160

(\*) Per scarto delle superfici frontali si intende la massima distanza tra le superfici frontali e i piani perpendicolari all'asse tangenti al bordo esterno del tubo

- *Resistenza meccanica* - I tubi, caricati al vertice, devono presentare i valori minimi di resistenza meccanica indicati nella tabella 4.
- *Impermeabilità* - I tubi, alla pressione interna di 0,5 bar (5 m di colonna d'acqua) per 15 minuti non devono assorbire quantitativi d'acqua superiori a quelli indicati nella tabella 5. La comparsa di macchie di umidità e di singole gocce sulla superficie esterna del tubo non è determinante per il giudizio d'impermeabilità.

Tabella 4 - Tubi in conglomerato cementizio semplice - Resistenza meccanica

Diametro nominale tubi circolari (cm)	Forza di schiacciamento al vertice (kN/m)	Dimensioni nominali tubi ovoidali (cm)		Forza di schiacciamento al vertice (kN/m)
		Tipi C e CP	Tipi CR e CP	

		R		
100	24	–	400 X 600	50
150	26	–	500 X 750	61
200	27	–	600 X 900	69
250	28	–	700 X 1050	75
300	30	50	800 X 1200	77
400	32	63	900 X 1350	80
500	35	80	1000 X 1500	83
600	38	98	1200 X 1800	86
700	41	11 1		
800	43	12 5		
900	La forza di schia ccia men to deve esser e stabi lita conf orm eme nte alle esige nze stati che	13 8		
1000		15 2		
1100		16 6		
1200		18 1		
1300		19 4		
1400		20 7		
1500		22 0		

Tabella 5 - Tubi in conglomerato cementizio semplice - Impermeabilità

Diametro nominaletubi circolari (cm)	Assorbimento max acqua ammissibile cm <sub>3</sub> /m)	Dimensioni nominali ovoidali (cm)	Assorbimento max d'acqua ammissibile (cm <sub>3</sub> /m)
100	100	400 X 600	270
150	110	600 X 900	360
200	120	700 X 1050	400
250	140	800 X 1200	440
300	160	900 X 1350	480
400	210	1000 X 1500	560
500	270	1200 X 1800	640
600	300		
700	330		
800	360		
900	400		
1000	440		
1100	480		
1200	520		
1300	560		
1400	600		
1500	640		

### **Art.156 Controlli e collaudo**

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi dell' Riferimento non valido e Riferimento non valido dovranno essere effettuate conformemente alle norme DIN 4032.

### **Art.157 Tubi in cemento armato**

#### **Art.158 Prescrizioni relative alla fornitura**

- **Definizione** - Appartengono a questa categoria e sono soggetti alle norme seguenti i condotti in conglomerato cementizio con armatura metallica ortogonale o eventualmente anche parallela all'asse, calcolata in base alle esigenze statiche.
- **Forme** - La forma abituale è quella circolare, con o senza piede. Possono essere usate altre forme in funzione delle esigenze idrauliche e statiche. I giunti possono essere a bicchiere o a manicotto.
- **Dimensioni** - I diametri nominali dei tubi circolari vanno da 250 a 4.000 e più mm.  
La lunghezza dei tubi deve essere pari ad almeno 2.500 mm; essa deve essere multipla preferibilmente di 500 mm e come minimo di 100 mm per diametri da 250 a 1.500 mm e di 100 mm per diametri maggiori di 1.600 mm.
- **Calcoli statici** - Per l'esecuzione dei calcoli statici dei tubi, l'Appaltatore dovrà fornire al produttore tutte le necessarie indicazioni sulle condizioni di carico e messa in opera, e precisamente:
  - peso proprio,
  - grado di riempimento del tubo con i liquami,
  - altezze minima e massima di copertura sopra il vertice dei tubi, se necessario suddividendo la canalizzazione in tratte con diverse altezze di copertura,
  - carichi stradali,
  - altri carichi (ad es. materiali scaricati),
  - profondità della falda freatica,
  - sollecitazioni straordinarie dovute al trasporto, all'accatastamento ed alla messa in opera,
  - tipo e forma del letto di posa: angolo di posa; posa su suoli naturali, su letto di sabbia e ghiaietto, su letto di calcestruzzo, su selle ecc.,
  - tipo di messa in opera:
  - posa in fossa con pareti verticali o con scarpate, larghezza della fossa, tipo dell'armatura e modalità del suo allontanamento;
  - posa in superficie, su suolo naturale o di riporto; quota di fondo del tubo rispetto al suolo naturale,
  - introduzione nel sottosuolo mediante spingitubo, con i relativi dettagli tecnici dell'operazione.

• **Armature** - I tubi circolari dovranno avere un'armatura circolare, in uno o più strati, ovvero un'armatura ellittica adattata alla curva dei momenti flettenti.

L'armatura anulare deve essere disposta ad una distanza regolare, pari al massimo a 150 mm, su tutta la lunghezza del tubo, incluso il bicchiere.

L'armatura anulare viene collegata da bacchette longitudinali per tutta la lunghezza del tubo, eventualmente piegate nel bicchiere ed unite nei punti di giunzione.

Per ogni strato di armatura devono essere disposte almeno 6 bacchette longitudinali, a distanze regolari lungo la circonferenza del tubo. La distanza tra due bacchette longitudinali vicine non può superare i 450 mm.

Con un'armatura in più strati, le bacchette longitudinali devono essere disposte sfalsate.

La gabbia dell'armatura deve essere saldamente collegata ed assicurata contro spostamenti, ad es. mediante distanziatori.

Qualora la gabbia dell'armatura venga collegata mediante saldature, queste non devono essere messe in conto nei calcoli statici.

I tubi la cui armatura anulare è stata disposta in funzione della curva dei momenti flettenti, e che quindi non possono essere installati in posizione qualsiasi, devono essere contrassegnati al vertice in modo durevole.

Le coperture minime dei ferri di armatura sono indicate nella tabella 6.

**Tabella 6** - Misure minime delle coperture dei ferri nei tubi di cemento armato

Condizioni ambientali	Coperture dei ferri (mm)	
	Rapporto acqua/cemento $A/C \leq 0,4$	Rapporto acqua/cemento $0,4 \leq A/C \leq 0,5$
Tubi in ambiente con umidità costante, non aggressivo	10	10
Tubi in ambiente con umidità variabile, debolmente aggressivo	15 (*)	20
Tubi in ambiente fortemente	20 (*)	25 (*)

aggressivo		
------------	--	--

20

Tubi in ambiente fortemente aggressivo 20

- **Marcatuta** - I tubi devono essere contrassegnati in modo durevole sulla parete esterna con l'indicazione di:
  - a) marchio di fabbrica,
  - b) anno e mese di fabbricazione,
  - c) dimensioni nominali e tipo del giunto,
  - d) posizione del vertice (se necessario in funzione della disposizione dell'armatura).

#### Art.159 Prescrizioni di qualità

- **Caratteristiche generali di qualità**  
I tubi devono avere caratteristiche uniformi. Non sono ammessi tubi con i segni di danneggiamento che possano diminuire la loro possibilità di utilizzazione, ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata. Le estremità dei tubi devono essere a spigoli vivi, con la fronte perpendicolare all'asse del tubo. Piccoli intagli sulla superficie esterna e piccole fessure, di ampiezza inferiore a 0,2 mm, disposte irregolarmente, a tela di ragno, non hanno importanza ai fini del giudizio di qualità.
- **Tolleranze** - Nella tabella 7 sono indicate le tolleranze ammissibili per la luce netta dei tubi e il parallelismo delle superfici frontali.

Tabella 7 - Tolleranze nelle dimensioni dei tubi di cemento armato (misure in mm)

Luce netta d	Tolleranza della luce netta	Massimo scarto delle superfici frontali
d < 275	± 3	4
275 ≤ d ≤ 350	± 4	5
350 ≤ d ≤ 450	± 4	6
450 ≤ d ≤ 550	± 5	7
550 ≤ d ≤ 750	± 6	8
750 ≤ d ≤ 950	± 7	9
950 ≤ d ≤ 1150	± 8	10
1150 ≤ d ≤ 1350	± 9	10
1350 ≤ d ≤ 1550	± 10	12
1550 ≤ d ≤ 1950	± 12	12
1950 ≤ d ≤ 2350	± 14	14
2350 ≤ d ≤ 2750	± 16	16
2750 ≤ d ≤ 3050	± 18	18
d > 3050	± 20	20

Le tolleranze ammissibili per la lunghezza nominale del tubo non possono superare ± 1%.

La superficie interna dei tubi deve avere generatrici rettilinee; è ammesso uno scostamento massimo dalla retta pari allo 0,5% della lunghezza del tubo.

- **Impermeabilità** - I tubi, alla pressione interna di 0,5 bar (5 m di colonna d'acqua) per 15 minuti, non devono assorbire quantitativi d'acqua superiori a quelli indicati dalla tabella 8.

Tabella 8 - Tubi di cemento armato - Impermeabilità

Forma	Diametro nominale d (mm)	Assorbimento max ammissibile in l per
-------	--------------------------	---------------------------------------

		m <sub>2</sub> di superficie
Circolare	250 ≤ d ≤ 600 700 ≤ d ≤ 1.000 d ≤ 1.100	0.08 0.07 0.05

La comparsa di macchie di umidità e di singole gocce sulla superficie esterna del tubo non è determinante per il giudizio d'impermeabilità.

- *Resistenza meccanica* - I tubi, caricati al vertice, devono presentare i valori minimi di resistenza meccanica di cui alle norme DIN 4035.

#### **Art.160 Controllo e collaudo**

- Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi dell' Riferimento non valido e Riferimento non valido dovranno essere eseguite conformemente alle norme DIN 4035.

#### **Art.161 Tubi in fibrocemento**

##### **Art.162 Prescrizioni relative alla fornitura**

- *Definizione* - I tubi in fibrocemento sono fabbricati con una miscela omogenea di cemento, fibre sintetiche, cellulosa ed acqua.
- *Forme* - Sono soggetti alle presenti norme i tubi circolari con giunti a manicotto.
- *Dimensioni* - I diametri nominali e gli spessori di tubi sono indicati nella tabella 9.
- *Classi di resistenza* - I tubi vengono divisi in due classi secondo la resistenza; classe A (standard) con diametri da 250 a 1500 mm e classe B (pesante), con diametri da 100 a 1500 mm. La tabella 10 riporta i valori minimi di carico a rottura nella prova di schiacciamento.

La scelta della classe viene effettuata dalla Committenza, tenuto conto delle condizioni di posa e d'impiego della condotta e specialmente delle sollecitazioni derivanti dal rinterro e dagli eventuali sovraccarichi statici e/o dinamici.

- *Marcatura*

I tubi dovranno essere contrassegnati in modo durevole sulla parete esterna, con indicazione di:

- a) marchi di fabbrica,
- b) data di produzione,
- c) classe di resistenza.

##### **Art.163 Prescrizioni di qualità**

- *Caratteristiche generali di qualità* - I tubi devono avere una superficie interna uniforme e liscia. Sono permesse imperfezioni superficiali lievi, all'interno dei limiti di tolleranza e qualora queste non incidano sulle caratteristiche dei tubi. Le estremità dei tubi devono essere esenti da imperfezioni, sbavature e devono essere ad angolo retto, rispetto all'asse del tubo.

Le estremità del tubo devono permettere una giunzione a tenuta. I tubi devono poter essere forati, tagliati e segati.

Le parti incollate dei pezzi speciali devono essere stabili nel tempo, resistenti a trazione ed essere a tenuta.

I tubi ed i pezzi speciali devono aver subito, prima della consegna, un processo di maturazione di almeno 28 giorni. Qualora i tubi e pezzi speciali abbiano subito un processo di maturazione veloce, allora la consegna può essere anticipata.

- *Requisiti specifici di accettabilità* - Le tolleranze sulle dimensioni devono rientrare nei limiti della tabella 9 (la tabella 9 è riprodotta nel volume).

Sui tubi devono essere eseguite le seguenti prove di accettazione;

- prova di rottura per schiacciamento trasversale;
- prova di flessione longitudinale;
- prova di tenuta all'acqua;
- prova di neutralizzazione dell'acido acetico.

Le prove di accettazione dei tubi vengono eseguite secondo le modalità e devono corrispondere ai requisiti minimi fissati dalle norme DIN 19850.

*Tabella 10 - Resistenza allo schiacciamento dei tubi di fibrocemento (DIN 19850)*

Diametro nominale DN	Valori minimi di carico a rottura	
	Classe A (kN/m)	Classe B (kN/m)
100	-	30
125	-	30
150	-	30
200	-	30
250	29	34
300	29	37
350	31	45
400	35	47
450	40	50
500	44	53
600	47	58
700	50	65
800	55	73
900	59	82
1000	63	90
1100	68	98
1200	73	106
1300	81	116
1400	88	126
1500	97	135

#### **Art.164 Controlli e collaudo**

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi dell' Riferimento non valido e Riferimento non valido verranno eseguite conformemente alle norme DIN 19850.

#### **Art.165 Tubi in ghisa sferoidale**

Il presente articolo si applica ai tubi in ghisa a grafite sferoidale con giunti a banchiere od a flangia, nonché ai relativi raccordi e pezzi accessori ed ai loro rivestimenti interno ed esterno, utilizzati per il convogliamento in pressione delle acque di fognatura.

#### **Art.166 Prescrizioni sui tubi**

Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente articolo, si applicano le prescrizioni delle norme UNI EN 545.

- *Qualità dei tubi, raccordi e pezzi accessori* - I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte non devono presentare alcun difetto che possa nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuocciano in alcun modo al loro impiego, potranno essere accettati. Il produttore potrà, sotto la sua responsabilità, scegliere i sistemi opportuni per rimediare a leggere imperfezioni superficiali di aspetto. Previo benessere della Committenza, la riparazione di alcuni difetti può essere eseguita con un metodo appropriato, quale ad esempio la saldatura.

I tubi devono poter essere tagliati, forati o lavorati a macchina; vengono considerati accettabili quando la durezza superficiale HB non supera 230. La durezza superficiale HB dei raccordi e dei pezzi accessori non deve superare 250.

- *Tolleranze* - Le tolleranze sullo spessore, le lunghezze, la rettilineità e le masse non devono superare i limiti superiori ed inferiori prescritti dalle norme UNI EN 545.
- *Prove* - I tubi in ghisa sferoidale devono essere sottoposti a prove di durezza Brinell, resistenza alla trazione e resistenza alla pressione interna. La divisione in lotti, l'esecuzione delle prove ed i valori di resistenza devono corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN 545.
- *Rivestimento* - Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte devono essere rivestiti all'interno ed all'esterno.
- Il rivestimento deve asciugarsi rapidamente, essere ben aderente e non deve squamarsi.

#### **Art.167 Rivestimento interno in malta cementizia**

Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente articolo, si applicano le prescrizioni della norma UNI-ISO 4179.

- *Malta* - La malta del rivestimento deve essere composta da cemento, sabbia ed acqua. Gli additivi utilizzati devono essere concordati con la Committenza in funzione della resistenza alla corrosione. La malta deve essere ben mescolata ed avere una consistenza tale da dar luogo ad un rivestimento denso ed omogeneo. La malta di cemento deve contenere, in massa, almeno una parte in cemento ogni 3,5 parti di sabbia (cioè S/C <= 3,5 in massa della malta).
- *Stato della superficie del tubo prima dell'applicazione del rivestimento* - La superficie sulla quale verrà applicato il rivestimento deve essere esente da qualsiasi corpo estraneo, da calamina non aderente o da qualsiasi altro materiale che potrebbe nuocere al buon contatto fra il metallo ed il rivestimento. Inoltre la superficie del tubo deve essere esente da irregolarità del metallo formanti protuberanze che possano superare lo spessore del rivestimento.
- *Messa in opera del rivestimento* - La malta di cemento del rivestimento è colata per centrifugazione all'interno del tubo. Ad eccezione della superficie interna del bicchiere, le parti del tubo destinate ad essere a contatto dell'acqua trasportata devono essere interamente rivestite di malta. La malta non deve presentare cavità o bolle d'aria visibili e si deve fare attenzione a conferirle la massima compattezza in tutti i punti. La consistenza della malta e la durata e velocità di centrifugazione del tubo devono essere fissate in modo tale che la segregazione della sabbia nel rivestimento sia ridotta al minimo. La stagionatura del rivestimento, una volta terminata la centrifugazione, deve essere effettuata a temperature maggiori di 0 °C. L'eventuale perdita d'acqua della malta per evaporazione deve essere sufficientemente lenta per non ostacolare l'indurimento. Sono consentite le riparazioni delle zone danneggiate o difettose. Si deve allora eliminare innanzitutto la malta danneggiata di queste zone. In seguito, il punto difettoso viene riparato utilizzando, per esempio, una cazzuola con malta fresca, in modo tale da ottenere nuovamente uno strato continuo di spessore regolare. A questo scopo si utilizza una malta di consistenza adeguata alla quale si aggiungono, se necessario, additivi per ottenere una buona aderenza da parte della malta non danneggiata.
- *Spessore del rivestimento* - Lo spessore normale del rivestimento ed i valori minimi tollerati medi e locali non devono essere inferiori ai valori della norma UNI EN 545. Alle estremità dei tubi, il rivestimento può terminare con spessore anche inferiore a quello minimo. La lunghezza della zona a spessore ridotto deve essere la minore possibile ed in ogni caso deve essere minore di 50 mm.
- *Stato superficiale del rivestimento indurito* - La superficie del rivestimento di malta cementizia deve essere regolarmente liscia. I grani di sabbia possono comparire soltanto isolatamente sulla superficie del rivestimento. Il rivestimento non deve presentare alcuna zona a scaglie. Non deve essere friabile, né presentare ondulazioni o infossature. A seguito del ritiro del rivestimento non si possono evitare fessure superficiali. Le fessure dovute al ritiro come le fessure superficiali isolate, che possono derivare dalla produzione o dal trasporto dei tubi, sono ammissibili fino ad una larghezza di 0,8 mm.
- *Controlli e prove* - Devono essere controllati: la curva granulometrica della sabbia, il tenore dell'argilla e delle impurità organiche, lo spessore del rivestimento. Ogni tubo deve essere sottoposto ad un controllo dell'aspetto del rivestimento, in particolare sullo stato della superficie e della finitura delle estremità. Le riparazioni che sono ritenute necessarie dopo questo esame devono essere eseguite secondo il metodo descritto al punto 3.

### **Art.168 Rivestimento esterno di zinco**

Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente articolo, si applicano le prescrizioni delle norme UNI.

- *Materiali* - I materiali di rivestimento sono zinco metallico di tenore almeno uguale al 99% o vernice a base di zinco contenente più dell'85% di zinco nel rivestimento essiccato.
- *Stato della superficie del tubo prima dell'applicazione del rivestimento* - Lo zinco deve normalmente essere applicato sul tubo con pelle d'ossido. Può essere applicato sui tubi granigliati. La superficie del tubo deve essere asciutta, esente da ruggine o particelle non aderenti e da qualsiasi impurità quali olio e grasso.
- *Quantità di zinco depositato* - Nella zincatura per metallizzazione, la quantità di zinco non deve essere minore

Nella zincatura con vernice a base di zinco, la quantità di rivestimento non deve essere minore di 150 g/m<sub>2</sub>.

- *Aspetto del rivestimento* - La zincatura deve coprire tutta la superficie esterna del tubo ad eccezione della sezione del bicchiere. Essa deve essere esente da difetti quali mancanza o distacco. Può essere tollerato un aspetto a spirale, a condizione che siano rispettate le quantità di zinco depositate specificate al punto 3. I tubi che presentano zone danneggiate a causa di manipolazione, dopo il rivestimento, sono ammessi a condizione che la superficie totale delle zone danneggiate sia minore di 5 cm<sub>2</sub> per metro quadrato rivestito.

- *Strato di finitura* - Dopo la zincatura, il tubo deve essere rivestito con uno strato di finitura a base di prodotto bituminoso o di resine sintetiche compatibili con lo zinco.  
Lo strato di finitura deve essere aderente, esente da difetti quali mancanze o sbavature. Dopo l'essiccamento non deve essere appiccicoso.  
Lo spessore medio dello strato di finitura non deve essere minore di 70 µm e in nessun punto minore di 50 µm.
- *Controlli e prove* - Devono essere controllati: la regolarità del rivestimento, la quantità media di zinco depositato, lo spessore medio dello strato di finitura.

### **Art.169 Tubi in polietilene**

#### **Art.170 Prescrizioni generali relative alla fornitura**

- *Definizione* - Le presenti norme si riferiscono a tubi a sezione circolare, fabbricati con polietilene ad alta densità (PE ad) opportunamente stabilizzato, normalmente con nerofumo.
- *Simboli* - Di seguito verranno usati i seguenti simboli:  
Diametro esterno D, espresso in millimetri: è il diametro esterno teorico del tubo dichiarato dal fabbricante.  
Diametro esterno medio  $D_{em}$ : è il valore del diametro ricavato come rapporto fra la misura in millimetri della circonferenza esterna e il numero 3,142. La sua determinazione serve agli effetti dell'accoppiamento con i raccordi.  
Diametro esterno qualunque  $D_{eq}$ : è il valore in millimetri di un diametro scelto a caso su una sezione ortogonale qualunque del tubo.  
Spessore s: è il valore espresso in millimetri dello spessore teorico dichiarato.
- *Caratteristiche geometriche* - La tabella 11 riporta i diametri esterni ed i relativi valori minimo e massimo, nonché gli spessori dei tubi.  
I tubi vengono forniti in barre della lunghezza di 6 o 12 m o in misura da concordare con la Committenza.
- *Marcatura* - Su ogni tubo devono essere impressi, in maniera leggibile ed indelebile:
  - tipo di materiale,
  - marchio di fabbrica,
  - anno di fabbricazione,
  - diametro esterno.

Tabella 11 - Tubi in polietilene - Dimensioni

Diametro esterno D (cm)	Spessore s (mm)
110	3,5
125	3,9
160	5,0
200	6,2
250	7,8
315	9,8
400	12,4
500	15,5
630	19,6
710	22,0
800	24,9
900	28,0
1.000	31,0
1.200	37,2

#### **Art.171 Prescrizioni di qualità**

- *Caratteristiche generali di qualità* - I tubi in PE devono presentare superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti, sezione compatta ed esente da cavità o da bolle.
- *Tolleranze*
- Sul diametro esterno medio  $+ 0,009 D$  0 con arrotondamento al decimo superiore
- sul diametro esterno qualunque la differenza fra il diametro esterno qualunque e il diametro esterno medio
- corrispondente non deve superare  $\pm 0.02 D_{em}$ , con arrotondamento al decimo superiore

- sullo spessore + (0,1 s + 0,2 mm)
- con arrotondamento al decimo superiore
- sulla lunghezza + 1% 0
- *Resistenza*

Sono prescritti i seguenti requisiti:

Tenuta idraulica alla pressione

interna dei tubi e/o dei giunti Non si devono manifestare perdite

Tensioni interne Variazione massima  $\pm 3\%$  sulla lunghezza

Resistenza alla pressione interna: Non si devono manifestare rotture nelle condizioni di prova indicate:

a) prova di accettazione: 1 h a 20 °C; s = 150 kgf/cm<sub>2</sub> (15 MPa)

b) prova di tipo: 170 h a 80 °C; s = 30 kgf/cm<sub>2</sub> (3 MPa)

### **Art.172 Controlli e collaudo**

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi dell' Riferimento non valido e Riferimento non valido verranno eseguite conformemente alle norme UNI.

### **Art.173 Anelli elastici per giunzioni di tubi**

### **Art.174 Prescrizioni generali relative alla fornitura**

- *Ambito di validità* - Le seguenti prescrizioni stabiliscono i requisiti delle guarnizioni ad anello di elastomero compatto, usate per giunti di tubazioni di qualunque dimensione e forma di sezione. Esse si applicano quindi alle guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni qualunque sia il materiale impiegato nella costruzione delle stesse, includendo: ghisa, acciaio, grès, fibro-cemento, cemento armato ordinario e precompresso e materie plastiche. Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente articolo, valgono le norme UNI EN 681.
- *Classificazione* - I vulcanizzati utilizzati per la costruzione di anelli di tenuta sono suddivisi nelle sei classi di durezza normale IRHD seguenti:  
40, 50, 60, 70, 80 e 88  
Questi valori devono considerarsi come preferenziali.  
Ove siano richiesti valori di durezza diversi da quelli nominali, il prodotto va riferito alla classe di durezza nominale più prossima.  
Per durezza IRHD intermedie e cioè: 45, 55, 65, 75 e 84, valgono i requisiti richiesti per la classe di durezza immediatamente inferiore.

### **Art.175 Prescrizioni di qualità**

- *Caratteristiche fisico-meccaniche*  
I limiti di accettabilità dei parametri fisico-meccanici e di resistenza ad azioni deterioranti relativi a ciascuna classe sono riportati nella tabella 12.  
I valori minimi ammissibili del carico di rottura sono riportati nella tabella 13.  
*Tabella 12* - Requisiti relativi alle caratteristiche fisico-meccaniche delle guarnizioni di tenuta ad anello elastico

Caratteristica	Classe					
	1	2	3	4	5	6
	Valore limite					
Durezza nominale IRHD	40	50	60	70	80	88
Campo di durezza IRHD	35 a 45	46 a 55	56 a 65	66 a 75	76 a 84	85 a 91
Tolleranza sulla durezza IRHD specificata	$\pm 5$	+5 4	+5 4	+5 4	$\pm 4$	$\pm 3$
Allungamento a rottura (min) %	450	40 0	325	200	125	100
Deformazione residua a compressione	25	25	25	25	25(*)	25(*)
- dopo 22 h a 70 °C (max) %						
- dopo 70 h a 23 °C (max) %	10	10	10	15	15(*)	15(*)
Invecchiamento (168 h a 70 °C)						
Variazione di durezza IRHD (max)	+8 5	+8	+8 5	+8 5	+8 5	$\pm 5$

		5				
Diminuzione di carico di rottura (max) %	15	15	15	15	20	20
Allungamento a rottura (limiti di variazione max) %	+10 20	+1 0 20	+10 20	+10 20	+10 30	+10 30
Variazione di volume per immersione in acqua neutra (max) %	+8 0	+8 0	+8 0	+8 0	+8 0	+8 0
Variazione di volume per immersione in soluzioni acide o basiche (max) %	±3	±3	±3	±3	±3	±3
Rilassamento della forza a compressione dopo 166 h a 23 °C (max) %	15	15	15	15	18(*)	18(*)
Aumento max di durezza IRHD dopo 22 h a 10 °C	10	10	10	–	–	–
Resistenza all'ozono	(**)	(** )	(**)	(**)	(**)	(**)

(\*) I valori si applicano ai materiali di durezza nominale IRHD di 80 e 88 soltanto quando essi svolgono una diretta funzione di tenuta

(\*\*) Nessuna screpolatura visibile ad occhio nudo

Tabella 13 - Requisiti relativi al carico di rottura a trazione delle guarnizioni di tenuta ad anello elastico

Caratteristica	Classe					
	1	2	3	4	5	6
	Valore limite					
Carico di rottura (min)	1	1	12	11	10	8
– per gomma naturale MPa	4	3				
– per elastomeri sintetici MPa	9	9	9	9	9	9

Nel caso di mescolanze nelle quali si utilizzino elastomeri sintetici in taglio con gomma naturale, valgono i limiti fissati per il tipo di elastomero presente in quantità uguale o maggiore del 50% della quantità totale di elastomeri impiegati.

- **Composizione** - La mescolanza di elastomeri con la quale vengono fabbricate le guarnizioni deve essere esente da rigenerato.
- **Forme e dimensioni** - Gli spessori e le circonferenze degli anelli di tenuta devono essere determinati in funzione delle dimensioni dei condotti, previa intesa con la Committenza.

Le tolleranze degli spessori rispetto alle misure nominali sono indicate nella tabella 14.

La lunghezza della circonferenza può scostarsi dal valore nominale al massimo del 2% (±).

Tabella 14 - Tolleranze degli spessori degli anelli di tenuta a struttura compatta

Campo degli spessori nominali (mm)	Scostamenti ammissibili
da 6 a 9	0 +0,4
da 9 a 10	0 +0,5
da 10 a 18	0,4 +0,8
da 18 a 30	0,4 +1,2
da 30 a 50	0,4 +1,6

Le eventuali bave nono devono pregiudicare la tenuta e, se non in zona di tenuta,

devono avere uno spessore non maggiore di 0,4 mm e una lunghezza non maggiore di 0,8 mm.

Per le guarnizioni estruse, la saldatura non deve causare alcuna discontinuità di sezione che pregiudichi la tenuta.

- **Marcatura** - Quando possibile, ogni guarnizione deve essere marcata in modo indelebile e secondo le modalità concordate con la Committenza in relazione ai procedimenti di lavorazione; la marcatura deve riportare almeno le indicazioni seguenti:
- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'anno e, ove possibile, il mese di fabbricazione;
- il codice di identificazione.

La marcatura deve essere effettuata in un zona che non pregiudichi la funzionalità della guarnizione.

Quando la marcatura non è possibile, perché per esempio per le ridotte dimensioni della guarnizione potrebbe pregiudicarne la funzionalità, le guarnizioni devono essere raccolte in opportuni imballaggi (per esempio scatole) su cui siano riportate le indicazioni di cui sopra.

- **Prove** - La preparazione dei provini, il campionamento e le misure di durezza, carico ed allungamento a rottura, deformazione residua a compressione, invecchiamento accelerato in aria, variazione di volume in acque neutre ed in soluzioni acide e basiche, rilassamento della forza, variazione di durezza a bassa temperatura, resistenza all'ozono vengono eseguite secondo le modalità della norma UNI EN 681.
- **Immagazzinamento** - Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in un locale sufficientemente asciutto, fresco ed oscuro; in ogni caso è da evitare la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari sulle guarnizioni stesse.

#### **Art.176 Controlli e collaudo**

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi dell' e verranno eseguite conformemente alle norme UNI EN 681.

#### **Art.177 Camerette d'ispezione**

#### **Art.178 Prescrizioni relative alla fornitura**

- **Definizione** - Le norme seguenti si riferiscono ai manufatti e dispositivi diversi prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato o unito a parti di ghisa, che non siano oggetto di una specifica regolamentazione. In presenza di apposite disposizioni di legge o di regolamento, le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

- **Prescrizioni costruttive**

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua-cemento, alle modalità d'impasto e di getto e alle forme. Il fabbricante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità più avanti indicate.

All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti.

Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo.

I prefabbricati, anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.

#### **Art.179 Prescrizioni di qualità**

- **Caratteristiche generali** - Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica pari a:
  - 200 kg/cm<sub>2</sub> per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;

- 400 kg/cm<sub>2</sub> per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrioni d'accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali ecc.).

Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza o la durata.

- **Resistenza meccanica** - Gli anelli dei pozzi circolari costituenti i manufatti prefabbricati devono resistere ad una forza di compressione al vertice pari a 80 kN/m.
- **Impermeabilità** - Tutte le parti dei pozzi prefabbricati, inclusi i collegamenti, sottoposte a sovrappressioni idriche interne ed esterne da 0 a 0,5 bar, devono conservarsi durevolmente impermeabili. Nella prova di impermeabilità di ciascun pezzo, sottoposto alla pressione interna di 0,5 bar, non si deve superare l'aggiunta media di acqua pari a 0,07 l/m<sub>2</sub> di superficie interna bagnata.

### **Art.180 Controlli e collaudo**

- Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi dell'Riferimento non valido e Riferimento non valido dovranno essere eseguite conformemente alla norma DIN 4034.

### **Art.181 Pozzetti prefabbricati per la raccolta delle acque stradali**

• I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato, con caditoia conforme alle prescrizioni dell'Riferimento non valido. A seconda delle indicazioni del progetto, potranno essere prescritti - e realizzati mediante associazione dei pezzi idonei - pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La luce netta dei vari elementi sarà di 450 mm; quella del tubo di scarico di 150 mm.

• I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. Essi dovranno essere confezionati come segue:

- sabbia e ghiaietto fino a mm 10 l 1.000
- cemento kg 450
- acqua l 110

prodotto impermeabilizzante nella quantità indicata dalla Direzione dei Lavori.

Gli eventuali cestelli per la raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cestelli per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

### **Art.182 Dispositivi di chiusura e di coronamento**

Il presente articolo si applica ai dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione ed ai dispositivi di coronamento dei tombini per la raccolta delle acque di scorrimento in superficie. Per tutto quanto non espressamente precisato nel presente articolo, valgono le norme europee UNI EN 124.

· Classificazione - I dispositivi di chiusura e di coronamento sono divisi nelle classi di seguito elencate, correlate al luogo di installazione:

*Classe A 15:* Zone usate esclusivamente da pedoni e ciclisti e superfici paragonabili quali spazi verdi.

*Classe B 125:* Marciapiedi, zone pedonali aperte solo occasionalmente al traffico veicolare e superfici paragonabili, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per macchine.

*Classe C 250:* interessa esclusivamente i dispositivi di coronamento installati su banchine carrabili e nelle cunette ai bordi delle strade, che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, misurati a partire dal bordo del marciapiede.

*Classe D 400:* vie di circolazione normale, incluse le zone pedonali in cui il traffico è vietato per certi periodi.

*Classe E 600:* vie di circolazione private sottoposte a carichi assiali particolarmente elevati.

*Classe F 900:* zone speciali, in particolare aeroportuali.

· *Materiali*

#### **1. Prescrizioni generali**

Per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, potranno essere utilizzati i seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato (escluso calcestruzzo non armato).

L'uso dell'acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata un'adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito in base alle prescrizioni della Committenza.

Per la fabbricazione delle griglie, che permettono la raccolta delle acque di scorrimento, potranno essere utilizzati i seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti di acciaio.

Di norma il riempimento dei coperchi dovrà essere realizzato in calcestruzzo e, solo previo consenso della Direzione dei Lavori, in altro materiale adeguato.

### 1. Fabbricazione, qualità e prove

La fabbricazione, la qualità e le prove dei materiali sotto elencati devono essere conformi alle norme ISO e alle seguenti Euronorme:

- Ghisa a grafite lamellare - UNI EN 1561 - Classificazione della ghisa grigia.
- Ghisa a grafite sferoidale - UNI EN 1563 - Ghisa a grafite sferoidale o grafite nodulare.
- Getti di acciaio - UNI EN 10293 - Getti di acciaio per costruzione meccanica d'uso generale.
- Acciaio laminato - ISO 630 - Acciai di costruzione metallica.
- Acciai delle armature - Euronorm 80 - Acciai per armature passive del calcestruzzo, prescrizioni di qualità; Euronorm 81 - Fondi per cemento armato lisci laminati a caldo; dimensioni, masse, tolleranze; Euronorm 82-1 - Acciaio per cemento armato con aderenza migliorata; dimensioni, masse, tolleranze, prescrizioni generali.

Il calcestruzzo utilizzato per l'eventuale riempimento dei coperchi dovrà avere la seguente composizione:

- Cemento Portland (CPA 45 o 55) = 400 kg/m<sup>3</sup>
- Sabbia di fiume 0,3/5 mm = 700 kg/m<sup>3</sup>
- Ghiaia silicea 6/15 mm = 1120 kg/m<sup>3</sup>

Il calcestruzzo finale dovrà avere una densità superiore a 2,4.

La resistenza caratteristica alla compressione del calcestruzzo dopo 28 d deve essere non meno di:

- 45 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cubica con 150 mm di spigolo,  
*oppure*
- 40 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Il rivestimento in calcestruzzo dell'armatura deve avere uno spessore di almeno 20 mm sulle parti superiori ed inferiori del coperchio, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lamiera d'acciaio.

### 1. Caratteristiche costruttive

- Generalità

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

Quando un metallo viene usato in abbinamento con calcestruzzo o con altro materiale, deve essere ottenuta tra loro un'aderenza soddisfacente.

- Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura siano previsti con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione deve essere conforme ai valori della tabella 15.

Tabella 15 - Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura

Dimensione di passaggio	Superficie minima d'aerazione
<= 600 mm	5% della superficie del cerchio che ha per diametro la dimensione di passaggio
> 600 mm	140 cm <sup>2</sup>

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere le seguenti dimensioni:

a) scanalature:

- lunghezza fino a 170 mm
- larghezza maggiore di 18 mm fino a 25 mm per le classi A 15 e B 125
- maggiore di 18 mm fino a 32 mm per le classi da C 250 a F 900;

b) fori:

- diametro da 30 mm a 38 mm.

Sotto i dispositivi di chiusura muniti di aperture di ventilazione, potrà essere richiesta l'installazione di un elemento mobile pulitore destinato a trattenere i frammenti penetrati dalle aperture.

- Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 600 mm, per consentire il libero passaggio di persone attrezzate con un apparecchio di respirazione.

- Profondità d'incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, che hanno una dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm.

Questa prescrizione non si applica ai dispositivi il cui coperchio o griglia è fissato nella posizione corretta, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico.

- Sedi

La superficie sulla quale appoggiano i coperchi e le griglie nel loro quadro deve essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti, garantendo così la stabilità e la non emissione di rumore. A tal fine, la Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere l'adozione di speciali supporti elastici.

· *Protezione degli spigoli*

Gli spigoli e le superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti mediante una guarnizione in ghisa o in acciaio con lo spessore indicato nella tabella 16.

Tabella 16 - Spessore della protezione in ghisa o acciaio degli spigoli e delle superfici di contatto

Classe	Spessore minimo (mm)
A 15	2
B 125	3
C 250	5
D 400	6

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi E 600 e F 900 deve essere conforme alle indicazioni specifiche di progetto.

· *Dimensioni delle sbarre*

Nelle griglie delle classi A 15 e B 125, le sbarre devono avere le dimensioni indicate nella tabella 17.

Tabella 17 - Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi A 15 e B 125

Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
da 8 a 18	non limitata
18 a 25	170

Nelle griglie delle classi da C 250 a F 900 le dimensioni delle sbarre sono fissate dalla tabella 18 in relazione all'orientamento dell'asse longitudinale di queste aperture rispetto alla direzione del traffico.

Tabella 18 - Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi da C 250 a F 900

	Orientamento rispetto alla direzione del traffico	Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
n. 1	da 0° a 45° e da >135° a 180°	<= 32	<= 170
n. 2	da 45° a 135°	da 20 a 42 (*)	non limitata

· *Cestelli*

Nel caso di utilizzazione di cestelli, quando il cestello è riempito devono essere assicurati il passaggio delle acque e l'aerazione.

3.9. Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie delle classi da D 400 a F 900 deve essere piana.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono avere una conformazione che renda queste superfici non sdruciolevoli e libere da acque di scorrimento.

· *Sbloccaggio e rimozione dei coperchi*

Deve essere previsto un dispositivo per assicurare lo sbloccaggio effettivo dei coperchi prima della loro rimozione e la sicurezza durante la rimozione.

4. Marcatura

Tutti i coperchi, le griglie ed i quadri devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o la sigla del fabbricante;
- l'indicazione della Committenza;
- l'eventuale riferimento ad un marchio di conformità.

Le marcature devono essere visibili anche dopo l'installazione dei dispositivi.

· *Prove di resistenza*

Le prove di seguito decritte devono essere realizzate, sui dispositivi di chiusura o di coronamento presentati sotto forma d'insiemi e nel loro stato d'utilizzazione.

Gli insiemi destinati alle prove devono essere preventivamente sottoposti a un controllo di conformità alle prescrizioni dei precedenti punti 2, 3 e 4.

· *Forza di controllo*

Ciascuna delle classi dei dispositivi di chiusura e di coronamento deve essere sottoposta alla forza di controllo indicata nella tabella 19.

Tabella 19 - Forza di controllo dei dispositivi di chiusura e di coronamento

Classi	Forza di controllo (kN)
A 15	15
B 125	125
C 250	250
D 400	400
E 600	600
F 900	900

· *Apparecchiatura di prova*

L'apparecchiatura di prova, costituita da una pressa idraulica e da punzoni, deve avere le caratteristiche ed essere messa in opera secondo le modalità descritte dalla UNI EN 124.

· *Procedimenti di prova e resistenza*

Tutti i dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere sottoposti alle seguenti prove:

1. misura della freccia residua del coperchio o della griglia dopo l'applicazione dei due terzi della forza di controllo ;
2. applicazione della forza di controllo .

### **Art.183 Misura della freccia residua**

La velocità di incremento del carico deve essere compresa fra 1 e 3 kN al secondo e applicata uniformemente fino ai due terzi della forza di controllo; la forza così applicata sull'insieme viene successivamente eliminata; questa operazione deve essere ripetuta 5 volte.

Al termine deve essere misurata la freccia residua; essa corrisponde alla differenza dei valori misurati prima del primo e dopo il quinto incremento di carico; la freccia non deve superare i valori indicati nella tabella 20.

Classe	Freccia residua ammissibile (mm)
A 15 e B 125	
da C 250 a F 900	1/5 della dimensione di passaggio

Sui dispositivi in calcestruzzo, dopo l'esecuzione di questa prova, non devono apparire nel calcestruzzo armato fessurazioni superiori a 0,2 mm di larghezza.

### **Art.184 Applicazione della forza di controllo**

Al termine della prova descritta al punto precedente, si effettua un incremento di carico ad una velocità uniforme compresa tra 1 e 3 kN/s senza interruzione fino a quando viene raggiunta la forza di controllo.

Nessuna fessurazione deve apparire, durante la prova, sui dispositivi composti da ghisa ed acciaio, eventualmente in associazione al calcestruzzo. Per quelli realizzati in calcestruzzo armato, l'applicazione della forza di controllo non deve dar luogo a perdite di aderenza tra il calcestruzzo e le armature di acciaio.

### **Art.185 Dispositivi di discesa**

I dispositivi per la discesa e la risalita dei manufatti dovranno corrispondere ai tipi fondamentali a canna semplice o doppia rispettivamente conformi alle norme DIN 19555 e DIN 1211.

I dispositivi di discesa a canna semplice sono costituiti da bacchette sufficientemente larghe da consentire l'appoggio di entrambi i piedi, inserite nel calcestruzzo della cameretta. La superficie di calpestio deve essere profilata o ricoperta con un rivestimento che impedisca di scivolare.

Come materiali sono ammessi acciai al nichel-cromo e ghisa grigia, senza rivestimento, ovvero acciaio galvanizzato o leghe di alluminio, protetto con un rivestimento in polietilene ad alta densità stabilizzato, avente spessore minimo di 1,5 mm. Anche le parti da inserire nella muratura devono essere rivestite per una profondità minima di 35 mm.

I dispositivi di discesa a canna doppia sono costituiti da staffe sufficienti per l'appoggio di un solo piede, disposte accoppiate. Il materiale ammesso è la ghisa grigia, eventualmente catramata o bitumata. Sono ammesse varie forme adatte per manufatti gettati in opera o prefabbricati, inserite nel calcestruzzo fresco col martello o avvitate ad appositi tasselli.

### **Art.186 Tutti gli altri materiali non specificati**

Anche tutti i materiali eventualmente compresi nelle opere facenti parte dell'Appalto, ma non menzionati dovranno

essere di prima qualità e comunque di gradimento della Direzione Lavori. Questa si riserva il diritto di esigere dall'Assuntore tutti i documenti atti ad accertare in modo sicuro la provenienza dei materiali. Potrà pure prelevare campioni di materiali depositati in cantiere ed anche già collocati in opera per sottoporli a prove atte a verificare le caratteristiche dei materiali stessi. Le prove saranno eseguite dal Laboratorio Sperimentale della Scuola di Ingegneria locale o di altro Istituto ufficialmente riconosciuto e le relative spese saranno sostenute dall'Assuntore dei lavori.

## **Parte 5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

### ***Art.187 Modo di esecuzione dei lavori***

Tutti i lavori, compresi nell'appalto, dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione dei Lavori, così che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'appalto ed al progetto presentato dall'impresa.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

Salvo preventive prescrizioni della Committenza e del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ha facoltà di svolgere le diverse fasi di lavoro nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte e nel rispetto delle norme di sicurezza e di igiene sul lavoro.

La Direzione dei Lavori e il Coordinatore per l'esecuzione potranno, però, prescrivere, ciascuno nell'ambito delle proprie attribuzioni e competenze un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, ma resta impregiudicata la facoltà dell'Appaltatore di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

### ***Art.188 Gestione dei lavori***

Per ciò che riguarda la gestione dei lavori, dalla consegna sino al collaudo, si farà riferimento alle disposizioni dettate al riguardo dal Regolamento per la direzione, contabilità e collaudazione dei lavori dello Stato e dal Capitolato Generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici, vigenti all'atto dell'appalto.

### ***Art.189 Coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette***

E' fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche al progetto ed in particolare alle quote altimetriche di posa dei condotti od ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, dovrà essere chiesta l'autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori.

In caso di inosservanza di quanto prescritto e di variazione non autorizzata della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della Direzione dei Lavori, si rendessero necessarie per conservare la funzionalità delle opere progettate.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori di esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori o del Collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, daranno luogo all'applicazione della penale indicata nel Capitolato speciale complementare d'appalto.

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori o del Collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, l'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, si rendessero necessarie per conservare la funzionalità delle opere progettate.

### ***Art.190 Interferenza con edifici ed infrastrutture***

### ***Art.191 Interferenze con edifici***

Qualora i lavori si sviluppino lungo strade affiancate da edifici, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione dei Lavori, faranno carico alla Committenza e verranno remunerate ai prezzi d'Elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica

e installando, all'occorrenza, idonee spie.

#### ***Art.192 Interferenze con servizi pubblici sotterranei***

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati dovranno essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'Appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e - se si tratta di acquedotti - protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della Direzione dei Lavori, sentiti gli Uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della Committenza esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della Direzione dei Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.

#### ***Art.193 Interferenze con corsi d'acqua***

L'Appaltatore dovrà provvedere con diligenza, a sue cure e spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, ad assicurare la continuità dei corsi d'acqua intersecati o interferenti con i lavori. A tal fine dovranno, se del caso, essere realizzati idonei canali, da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di smaltimento, evitando in tal modo l'allagamento degli scavi.

Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà, sempre a sue cure e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario letto del corso d'acqua, eliminando i canali provvisori e ponendo in pristino stato il terreno interessato dagli stessi.

L'Appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la Committenza da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero ad insorgere.

#### ***Art.194 Realizzazione della fossa***

#### ***Art.195 Scavo della fossa***

Lungo le strade pubbliche, le fosse scavate per la posa della canalizzazione avranno di regola pareti verticali sostenute da armatura.

La larghezza netta delle fosse con pareti verticali è data dalla somma della dimensione esterna della canalizzazione e dallo spazio complessivo di lavoro, che deve essere pari almeno a 40 cm, 50 cm, 70 cm e 100 cm, rispettivamente per canalizzazioni con dimensione esterna inferiore o uguale a 40 cm, maggiore di 40 fino a 60 cm, maggiore di 60 fino a 170 cm e maggiore di 170 cm.

Se le armature dello scavo o i bicchieri e le diramazioni dei condotti sporgono in modo tale da ostacolare i lavori, si deve provvedere ad allargare localmente lo spazio di lavoro.

In ogni caso, gli scavi saranno eseguiti secondo le sagome geometriche prescritte dalla Direzione dei Lavori e, qualora le sezioni assegnate vengano maggiorate, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo, ma anzi sarà tenuto ad eseguire a proprie cure e spese tutte le maggiori opere, anche di ripristino, che si rendessero per conseguenza necessarie.

Nella esecuzione degli scavi in trincea, l'Appaltatore - senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso - dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal Direttore dei Lavori. Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'Elenco stabilisce in funzione delle varie profondità - l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile. La suola della fossa viene realizzata conformemente alla pendenza di progetto, avendo cura di ripristinare l'originaria portanza del terreno smosso, mediante adeguato costipamento. Se il condotto viene posato direttamente sulla suola e ricalzato, occorre fare attenzione che la suola non abbia una compattezza superiore a quella del ricalzo.

Se sul fondo della fossa affiora suolo di tipo legante, deve essere temporaneamente difeso dall'imbibizione, che provocherebbe rammollimento. Lo strato protettivo viene allontanato immediatamente prima di costruire la canalizzazione.

### **Art.196 Armatura della fossa**

Di regola, tutte le fosse con pareti verticali devono essere armate. A giudizio della Direzione dei Lavori, potrà essere evitata unicamente l'armatura di fosse poco profonde, purché scavate in suoli naturali compatti ed all'esterno di strade che rimangono aperte al traffico.

Per la miglior difesa delle massicciate stradali adiacenti, l'armatura delle pareti delle fosse dovrà sporgere alcuni centimetri sopra la superficie stradale. Inoltre gli spazi cavi tra l'armatura e le pareti dello scavo dovranno essere riempiti con materiali granulari fini (sabbia-ghiaietto), per assicurare un appoggio ineccepibile.

Le pareti delle fosse devono essere armate in modo compatto, senza lacune, con armatura orizzontale o verticale, realizzata mediante tecniche corrette rispettando le indicazioni specifiche della Direzione dei Lavori, le norme antinfortunistiche e il D.M. 14/01/08 (NTC 2008).

In particolare, fino alla profondità di 4 metri, si adotterà di norma l'armatura con tavole orizzontali aventi lunghezza minima di 4 m e spessore minimo di 5 cm, purché il terreno sia sufficientemente resistente. Le tavole verranno fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbadacchi trasversali contro le pareti dello scavo.

Con fosse più profonde di 4 metri e comunque con terreni poco stabili, verrà adottata di norma l'armatura verticale, con tavole o palancole conficcate ad almeno 30 cm sotto il fondo della fossa, collegate da traverse orizzontali e compresse mediante sbadacchi trasversali contro le pareti dello scavo. Ovvero, a giudizio della Direzione dei Lavori, verrà adottato un sistema misto, con armatura orizzontale nella parte superiore e verticale nella parte inferiore dello scavo.

### **Art.197 Aggottamenti**

Le canalizzazioni saranno costruite mantenendo il piano di posa costantemente all'asciutto. Pertanto, in caso di immissione e successivo ristagno nella fossa di scavo di acque superficiali o sorgive, ovvero nel caso in cui la suola della fossa si trovi ad una quota inferiore al livello della falda freatica, si dovrà provvedere alle necessarie opere di aggottamento o abbassamento della falda.

Va tuttavia precisato che, poiché gli scavi dovranno di norma essere eseguiti da valle verso monte, per consentire lo smaltimento a deflusso naturale delle acque entrate nella fossa, quando tale smaltimento, data la natura del suolo, sia possibile senza ristagni, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggottamenti. Parimenti, quando l'Appaltatore non assuma i provvedimenti atti ad evitare il recapito di acque superficiali nelle fosse di scavo, l'aggottamento in caso di ristagno sarà a totale suo carico.

Quando la canalizzazione sia interessata da forti oscillazioni del livello freatico, i lavori dovranno di norma essere concentrati nella stagione in cui la falda freatica che attraversa la fossa ha il livello minimo, eccettuati diversi ordini scritti della Direzione dei Lavori.

Il sistema delle opere di aggottamento o di abbassamento artificiale della falda freatica dovrà essere scelto dall'Appaltatore in funzione delle caratteristiche di permeabilità del suolo e del livello della falda freatica, mettendo a disposizione i mezzi occorrenti. Tuttavia la Direzione dei Lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, la località d'impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento. L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

Sono a carico dell'Impresa, oltre alle necessarie analisi delle caratteristiche di permeabilità del suolo e prospezioni per determinare il livello della falda freatica - da effettuare prima dell'inizio dei lavori - le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio - da un punto all'altro dei lavori - dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine. Si intendono pure già remunerati con i compensi stabiliti dall'Elenco per i noli delle pompe: il noleggio, la posa, e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico, nei limiti tuttavia d'un percorso totale di 30 metri. Tali compensi saranno commisurati alle ore di effettivo lavoro, con deduzione delle interruzioni, qualunque ne sia la causa; essi si intendono invariabili, anche per prestazioni in ore notturne e festive.

Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti di aggottamento, l'Impresa - a richiesta della Direzione dei Lavori e senza alcun particolare compenso oltre quelli stabiliti dall'Elenco Prezzi - dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate, allo scopo di abbreviare al massimo i tempi di funzionamento degli impianti.

L'Impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggottamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.

In tutti i lavori di aggottamento, si deve fare attenzione a non asportare con l'acqua pompata particelle di terra, per non compromettere la resistenza del suolo. In ogni caso, a lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere, a sue cure e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

### **Art.198 Materiali di risulta**

Tutti i materiali di risulta devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a scarica senza deposito intermedio..

### ***Art.199 Norme antinfortunistiche***

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

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

L'Appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere dovranno essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a metri 0,80 dalle relative sedi.

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

### ***Art.200 Casseri e dime***

I casseri e le dime potranno essere sia di legno che metallici. Nel primo caso, le tavole saranno accuratamente levigate e gli spigoli ben refilati; inoltre, prima del getto, esse verranno inumidite per aspersione, in modo adeguato alle condizioni climatiche ambientali. Le connessioni tra i vari elementi, qualunque sia la loro natura, dovranno essere ben curate; essi verranno perfettamente accostati, specie per i getti effettuati con impasti fluidi o da vibrare, in modo che sia contenuta al minimo la fuoruscita di legante.

In caso di reimpiego, dovrà essere effettuata un'accurata pulizia, asportando tutti gli eventuali residui del precedente getto e ravvivando le superfici. I casseri e le dime non potranno tuttavia essere reimpiegati quando risultino deformati, ammaccati, sbrecciati o comunque lesionati, ovvero quando le loro superfici, anche dopo pulizia, si presentino incrostate o la loro struttura si sia indebolita in modo da temere deformazioni o cedimenti durante il getto.

Nel collocare in opera, o nel realizzarvi, i casseri e le dime, si dovrà avere cura di rispettare in tutto le dimensioni previste per le opere; verificato che il posizionamento risulta corretto, si procederà quindi al bloccaggio ed ancoraggio, contrastando adeguatamente le parti che debbono sopportare le spinte maggiori durante il getto, così da evitare spostamenti.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere o, a richiesta dell'Appaltatore, autorizzare l'impiego di disarmanti. Tali prodotti dovranno tuttavia essere di uso specifico e risultare perfettamente compatibili con i getti e con le protezioni superficiali previste; per il loro uso, in nessun caso potrà essere riconosciuto all'Appaltatore un compenso, che si intende già compreso nei prezzi stabiliti dall'Elenco per i conglomerati, in rapporto alle caratteristiche prescritte dal Capitolato per le loro superfici.

I contrasti che fossero stati posti all'interno dei casseri, nella zona da riempire con il conglomerato, dovranno essere tolti a tempo debito, evitando che abbiano a rimanere inglobati nel getto.

### ***Art.201 Armature metalliche***

Le armature metalliche delle opere in conglomerato cementizio saranno di norma costituite da tondi di acciaio normali; tale limitazione potrà essere rimossa solo a seguito di motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

La sagomatura e piegatura dei ferri dovranno avvenire a freddo, impiegando strumenti idonei e rispettando i raggi minimi di curvatura prescritti dalle norme o quelli maggiori previsti dal progetto.

La distanza tra la superficie metallica e la faccia esterna del conglomerato (copriferro) dovrà essere fissata in relazione alle dimensioni degli inerti e sarà di almeno due centimetri; la distanza minima sarà invece di quattro centimetri, qualora le opere siano da eseguire sul litorale marino o a breve distanza dal mare, ovvero, trovandosi esse in ambiente aggressivo, non sia previsto uno specifico trattamento protettivo superficiale.

Nella posa in opera delle armature si dovranno rispettare tutte le prescrizioni, anche se più restrittive di quelle di legge, che il progetto statico detterà in ordine all'ancoraggio dei ferri ed alle giunzioni.

I sostegni provvisori installati per assicurare il corretto distanziamento delle armature dovranno essere tolti con il procedere dei getti, evitando che abbiano a rimanervi inglobati.

### ***Art.202 Realizzazione del supporto per i condotti prefabbricati***

#### ***Art.203 Generalità***

Il supporto assume particolare importanza per la sicurezza statica della canalizzazione, dovendo assicurare una ripartizione uniforme dei carichi. Pertanto i condotti devono essere posati in modo tale che non si verifichino appoggi

lineari (lungo la generatrice della canna) o puntiformi (sul bicchiere). In particolare, per l'alloggiamento dei bicchieri, si devono realizzare sufficienti approfondimenti nello spazio del supporto.

Il supporto, sia esso costituito dal suolo naturale sul fondo della fossa o da materiale di riporto, non può essere gelato.

La posa del condotto sul fondo piano della fossa è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di ricalzo (v. 2).

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico. Per tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere realizzato mediante accurato ricalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro = 200 millimetri, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°.

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive devono essere tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si deve prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio.

#### ***Art.204 Camicia in calcestruzzo***

In particolari condizioni statiche, la Direzione dei Lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

#### ***Art.205 Movimentazione dei tubi in cantiere***

##### ***Art.206 Carico, trasporto e scarico***

a) Generalità. Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguite con la maggior cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, crinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi.

Nei cantieri dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

b) *Carico e scarico.* Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, dovrà evitarsi di far strisciare o cadere i tubi e, qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi. Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi dovranno essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature dovranno essere opportunamente rivestite di materiale morbido. E' vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale cariatrici.

In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nella fossa.

Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc. E' vietato fermarsi nella zona di pericolo.

c) *Trasporto.* Il mezzo di trasporto deve essere adatto al materiale trasportato. La superficie di carico deve essere libera da residui, che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. Il carico deve essere effettuato tenendo conto dei limiti ammissibili sia in termini di peso totale che di peso sui singoli assi del veicolo; anche nel caso di carico

parziale, si deve fare attenzione ad una regolare ripartizione dei pesi. Il carico deve essere stivato in modo tale che il suo baricentro si trovi sopra l'asse longitudinale del veicolo; il baricentro deve essere tenuto il più basso possibile. Le sponde laterali dei veicoli stradali possono essere abbassate, se le dimensioni del materiale caricato lo richiedono.

I tubi vengono disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si deve preferire la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Tubi e pezzi speciali devono essere assicurati per il trasporto in modo tale da non compromettere la stabilità del carico. Il carico viene assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e - in caso di necessità - mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si deve fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore possono essere collocati sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati.

Nel trasporto su strada, la velocità deve essere fissata in relazione alle condizioni di traffico ed alle caratteristiche del carico e del veicolo. Nel trasporto fuori strada, si dovrà avere particolare riguardo alla natura del suolo, riducendo adeguatamente la velocità per evitare i danneggiamenti derivanti dai sobbalzi.

### ***Art.207 Deposito ed accatastamento***

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Anche la stabilità della fossa di scavo non deve essere messa in pericolo dal materiale depositato; a tal fine, si deve lasciar libera una striscia di almeno 60 cm di larghezza lungo la fossa.

### ***Art.208 Accatastamento dei tubi in cantiere***

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisoriale.

I tubi muniti di bicchiere dovranno essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche aversi cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

I tubi in grès imballati devono essere accatastati negli imballi di fornitura. Tutti i pezzi speciali devono essere depositati ed accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

### ***Art.209 Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori***

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con oli o grassi e non sottoposti a carichi.

In particolare, le guarnizioni in gomma dovranno essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi + 20 °C e non scenda sotto - 10 °C.

### ***Art.210 Sfilamento dei tubi***

I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

### ***Art.211 Modalità di posa dei tubi nella fossa***

### ***Art.212 Generalità***

Per le operazioni di posa in opera, si dovranno osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.

Prima della posa in opera, i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati: quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno

essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni di movimentazione di cui Art.104.1, con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel secondo capoverso.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse della terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi saranno posati procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la Committenza si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

#### ***Art.213 Posa dei tubi in materiali rigidi***

Prima della posa, i tubi devono essere accuratamente puliti ed essiccati sulle superfici di giunzione, da trattare - secondo le prescrizioni del fornitore - con una prima mano avente composizione simile al materiale della guarnizione.

I tubi, dopo essere stati calati accuratamente nella fossa, evitando le angolazioni, devono essere collegati alla canalizzazione già in opera con un processo che dipende dal tipo di tubo e di giunzione (Art.88 - Art.106), realizzando comunque una forza di pressione il più possibile uniforme lungo la circonferenza del tubo nella direzione dell'asse, con un baricentro la cui posizione dipende dal peso del tubo.

La Committenza si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura tiratubi a funzionamento idraulico, con forza di tiro adeguata al peso delle tubazioni da posare.

Per i tubi di dimensioni maggiori, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, la pressione esercitata dovrà essere controllata con appositi manometri.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Si dovrà evitare il più possibile di tagliare i tubi. Qualora tuttavia, per il collegamento alle camerette, i tubi dovessero essere tagliati, questa operazione dovrà essere realizzata prima della posa nella fossa, con attrezzi appositi, adatti ai singoli materiali e diametri, operando con la massima diligenza, in modo tale da non incrinare gli spezzoni e curando l'ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo.

Qualora i tubi siano dotati di rivestimento di fondo o di contrassegno al vertice, questi, durante la posa, dovranno essere costantemente tenuti nella giusta posizione, in modo da risultare, una volta in opera, esattamente simmetrici rispetto al piano verticale passante per l'asse del tubo; ove ciò non fosse, il tubo dovrà essere sfilato, ripetendo quindi, in modo corretto, le operazioni di posa; l'aggiustamento del tubo mediante rotazione non è ammesso.

Nel caso di interruzione dei lavori, l'ultimo tubo, dopo la posa, deve essere sempre chiuso con apposito coperchio, per evitare l'ingresso di corpi estranei. Analogo provvedimento dovrà prendersi, all'atto della posa ed in via provvisoria, per ogni pezzo speciale d'immissione.

#### ***Art.214 Posa dei tubi in materie plastiche***

Per i tubi costituiti da materiali plastici, dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di movimentazione dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, al fine di evitare danneggiamenti. I tubi in PVC dovranno essere sempre posati ad una profondità sicura contro il gelo.

Dopo una lunga permanenza al sole nella fossa, sia i tubi di PE che quelli di PVC devono essere raffreddati prima del riempimento della fossa.

I tubi in materie plastiche possono essere tagliati e collegati, anche in grandi lunghezze, fuori della fossa.

A causa della deformabilità del materiale, dopo la posa nella fossa, si dovrà usare la massima cura per la realizzazione di un ricalzo del tubo e di un riempimento della fossa ineccepibili. A contatto con la falda freatica, si dovrà assicurarsi

che essa non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. In particolare, per la posa in opera dei tubi in polietilene, si prescrivono le seguenti condizioni:

Massimo ricoprimento sulla generatrice del tubo:

- H = 6,0 m se la larghezza dello scavo non supera D + 0,5 m;
- H = 4,0 m se la larghezza dello scavo non supera D + 1 m.

Terreni coerenti con valore di calcolo:

- massa volumica apparente  $g = 2,1 \text{ t/m}_3$
- angolo di libero scorrimento  $f = 22,5^\circ$

Ricopertura minima sotto superficie di traffico fino a 12 t:

- 1,0 m per diametri fino a 600 mm;
- 1,5 m per diametri oltre 600 mm.

Ricopertura minima di 1,5 m sotto superficie di traffico fino a 20 t.

### **Art.215 Giunzioni**

Verificati allineamento e pendenza, si procederà alla giunzione dei tubi.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite. La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti, dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

A tal fine, per l'esecuzione delle giunzioni, l'Appaltatore dovrà assicurare l'assistenza del fornitore, con riserva, per la Direzione dei Lavori, di chiedere che l'esecuzione sia direttamente affidata ad operai specializzati indicati dal fornitore stesso.

### **Art.216 Prescrizioni generali**

### **Art.217 Tenuta idraulica**

Le giunzioni dei tubi devono essere durevolmente impermeabili contro pressioni idrauliche sia interne che esterne.

Di norma dovrà essere garantita la tenuta idraulica con sovrappressioni, interne ed esterne, variabili da 0 a 0,5 bar, ossia nell'arco delle situazioni dal funzionamento a pelo libero con piccole altezze di riempimento e sovrappressione 0 al funzionamento rigurgitato con un'altezza massima della colonna d'acqua pari a 5 metri.

Per tronchi particolari della canalizzazione, funzionanti normalmente in pressione o soggetti a sovrappressioni massime superiori a 0,5 bar (ad es. per tubazioni a grandi profondità), i giunti dovranno garantire la tenuta idraulica alle condizioni specifiche di pressione o sovrappressione indicate dal progetto e/o dalla Direzione dei Lavori.

### **Art.218 Comportamento alle sollecitazioni meccaniche**

- **Modifiche longitudinali dei tubi.** Le giunzioni devono consentire le modifiche longitudinali dei tubi, che si possono verificare durante l'esercizio per effetto della temperatura dell'acqua secondo la tabella 23 (sollecitazioni continue) e con una temperatura esterna di  $-10^\circ\text{C}$ , conservando la tenuta conformemente all'Art.106.1.1.

- **Angolatura.** Le giunzioni dei tubi devono conservare la tenuta conformemente all'Art.106.1.1, nel caso di una reciproca angolatura dei tubi secondo la tabella 22, semprechè il tipo di giunzione consenta l'angolatura. Resta inteso che l'angolatura consentita dai tubi non potrà in alcun caso essere utilizzata per la realizzazione di curve.

Qualora il tipo di giunzione non consenta l'angolatura (giunzione rigida), la tubazione nella posa deve ricevere una corrispondente inflessione, conservando la giunzione la tenuta conformemente all'Art.106.1.1.

Tabella 22 - Resistenza dei giunti all'angolatura dei tubi

Diametro nominale (mm)	Angolatura minima	
	cm per m di lunghezza	gradi
$\varnothing \leq 200$	$\geq 5$	$2^\circ 52'$
$200 \leq \varnothing \leq 500$	$\geq 3$	$1^\circ 43'$
$500 \leq \varnothing \leq 1000$	$\geq 2$	$1^\circ 9'$
$\varnothing \geq 1000$	$\geq 1$	$34'$

**Forza di taglio.** Le giunzioni devono conservare la tenuta conformemente all'Art.106.1.1. sotto l'effetto di una forza di taglio con un valore numerico in Newton pari almeno a 10 volte il diametro nominale del tubo in mm, ovvero di uno spostamento reciproco degli assi dei tubi pari almeno a 2 mm. La prova di resistenza al taglio dovrà avere la durata di almeno tre mesi.

### **Art.219 Comportamento alle sollecitazioni termiche**

- *Posa.* Le giunzioni elastiche devono poter essere messe in opera a temperature da -10 °C a +50 °C. Le giunzioni plastiche devono poter essere messe in opera a temperature da +5 °C a +50 °C.

Tabella 23 - Resistenza dei giunti alle sollecitazioni termiche

Tipo di tubazione	Temperatura dei liquami (°C)		Durata della prova (h)
	Sollecitazione alternata	Sollecitazione continua	
Condotti di allacciamento	+ 15/ + 95	90	20
Condotti stradali con $\varnothing < 400$ mm	-	45	168
Condotti stradali con $\varnothing \geq 400$ mm e tutti i condotti per acque di pioggia	-	35	168

- *Esercizio.* Le giunzioni devono conservare la tenuta alle temperature indicate nella tabella 23. Per i condotti di allacciamento si esegue la prova delle sollecitazioni alternate, costituite da 300 cicli da +15 °C a +95 °C nell'arco di 20 ore, e delle sollecitazioni continue a 90 °C per 20 ore. Per gli altri condotti si esegue solo la prova delle sollecitazioni continue per sette giorni alle temperature di 45° e 35°. Al termine di queste prove, la tenuta della giunzione viene verificata conformemente all' Art.106.1.1.

### **Art.220 Comportamento all'attacco chimico**

Le giunzioni a contatto con acque, suoli o gas aggressivi devono resistere all'attacco chimico senza compromettere la loro funzionalità.

La resistenza viene considerata accettabile se la giunzione, sottoposta all'attacco chimico per un periodo di almeno 7 giorni alla temperatura di almeno 35 °C, conserva la tenuta conformemente all' Art.106.1.1.

In particolare si deve tener conto di:

compatibilità dei componenti la miscela del materiale sigillante,  
reattività del materiale sigillante con il materiale del tubo,  
perdita di componenti volatili del materiale sigillante,  
effetti dell'aria e dei gas di putrefazione sul materiale sigillante,  
reattività del materiale sigillante con liquami, suolo e acque freatiche.

In ogni caso, la funzionalità delle giunzioni deve essere assicurata con valori di pH da 2 a 12, nonché a contatto con acque contenenti oli e grassi estraibili con etere di petrolio nella misura di 100 mg/l (saponificabili) e 20 mg/l (non saponificabili) e con acque contenenti solventi organici e fenoli nella misura di 20 mg/l (calcolati come C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH).

### **Art.221 Resistenza alle radici**

Nelle canalizzazioni interrate, le giunzioni devono resistere alla penetrazione delle radici.

### **Art.222 Giunzioni plastiche a freddo per tubi e pezzi speciali in calcestruzzo**

Le giunzioni plastiche a freddo si realizzano con materiali sigillanti costituiti da sostanze durevolmente plastiche, che contengono come leganti bitume, catrame di carbon fossile, materie plastiche o miscele di questi prodotti e sono lavorabili a temperature attorno ai 20 °C senza uso di sorgenti di calore. Tali sostanze vengono utilizzate come mastici spatolabili o come nastri.

Le vernici isolanti idrofughe sono soluzioni o dispersioni di bitume, catrame di carbon fossile, materie plastiche o miscele di questi prodotti, di composizione simile a quella del materiale sigillante ed usati insieme allo stesso, per una verniciatura preliminare delle parti a contatto.

### **Art.223 Prescrizioni di qualità**

Per le prescrizioni di carattere generale vedasi il punto 1.

Vengono adottate e si intendono integralmente trascritte le prescrizioni specifiche DIN 4062 relative alle caratteristiche di resistenza alla pressione, rigonfiamento, invecchiamento, punto di rammollimento, stabilità dimensionale al calore, comportamento a freddo, resistenza alle radici, lavorabilità ed alle corrispondenti metodologie di prova.

I materiali sigillanti e le relative vernici isolanti idrofughe non devono contenere additivi che possono risultare nocivi alla salute degli operai addetti alla esecuzione dei giunti o danneggiare le acque freatiche sottostanti la fossa di posa

delle tubazioni.

#### **Art.224 Indicazioni di riconoscimento**

Sull'imballaggio dei materiali sigillanti e delle relative vernici isolanti idrofughe devono essere riportate in modo chiaro ed indelebile le seguenti indicazioni:

Nome o marchio del produttore.

Anno di fabbricazione.

Se il materiale sigillante e la relativa vernice contengono bitume o catrame.

Ogni imballaggio deve contenere le istruzioni d'uso.

#### **Art.225 Prescrizioni sulla messa in opera**

I materiali sigillanti e le vernici isolanti idrofughe devono essere immagazzinati in luogo secco, conformemente alle indicazioni del produttore, e protetti da inquinamenti e sfavorevoli influssi meteorologici.

Devono essere utilizzate solo le vernici indicate come idonee dal produttore del materiale sigillante. In particolare le sostanze contenenti catrame non possono essere messe in opera assieme alle sostanze contenenti bitume.

· *Caratteristiche delle superfici di applicazione.* Le superfici di applicazione devono avere la stessa qualità del corpo del manufatto, a cui sono legate in modo compatto e impermeabile. Esse devono essere asciutte, pulite e libere da sostanze con cui i materiali sigillanti e le vernici isolanti idrofughe siano incompatibili.

· *Realizzazione della giunzione.* In aggiunta alle seguenti prescrizioni, si devono applicare le istruzioni del fabbricante del materiale sigillante, da allegare ad ogni fornitura.

· *Verniciatura preliminare.* Le superfici da sigillare devono, se prescritto dal fabbricante del materiale sigillante, essere preliminarmente trattate con la corrispondente vernice isolante idrofuga. Si può iniziare la messa in opera del materiale sigillante e la realizzazione della giunzione solo quando la vernice è asciutta. Fino a questo momento, le superfici trattate devono essere protette da imbrattamenti.

· *Messa in opera del materiale sigillante*

· *Nastri*

La quantità del materiale sigillante necessaria dipende dalle dimensioni dello spazio del giunto. Non si può comunque scendere sotto i valori indicati in tabella 24.

Tabella 24 - Materiali sigillanti plastici a freddo - Sezione minima dei nastri (mm<sub>2</sub>)

Diametro dei tubi circolari (mm) fino a	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
Sezione dei nastri	350	450	500	600	800	1100	1300	1450	1600	1800	2000
Dimensione dei tubi ovoidali (mm)	400/ 600	500 / 750	600 / 900	700/ 1050	800/ 1200	900/ 1350	1000 / 1500	1200 / 1800			
Sezione dei nastri	600	800	1100	1300	1450	1600	1800	2000			
Diametro dei pezzi prefabbricati per i pozzi di discesa (mm)	800	1000	1200	1500	2000	2500					
Sezione dei nastri	600	600	600	1200	1200	1200					

Forme e dimensioni del nastro devono essere scelte in modo tale che, congiungendo le parti dei manufatti, almeno il 20% del materiale sigillante venga spinto nello spazio del giunto ancora aperto. Nei tubi la parte interna del giunto, particolarmente nell'ambito della suola, deve essere chiusa a raso dal materiale sigillante plastico. Nei manufatti verticali (ad es. pozzi di discesa nella fognatura), il materiale sigillante plastico deve essere applicato in modo che, dopo la realizzazione della giunzione, la fessura residua tra le parti possa essere sigillata internamente o esternamente con malta di cemento.

Prima dell'applicazione del nastro, si deve fare attenzione ad allontanare eventuali materiali antiadesivi. Il nastro deve essere applicato e fortemente compresso alle superfici da sigillare, osservando le istruzioni del fabbricante. Nel giunto le estremità del nastro devono essere tagliate obliquamente e saldamente incollate l'una all'altra.

Qualora il fabbricante del nastro espressamente lo consenta nelle sue istruzioni, in tempo freddo il nastro può essere brevemente esposto ad una sorgente di calore, per facilitarne l'applicazione.

· *Mastici*

I mastici devono essere applicati osservando le prescrizioni del fabbricante e con i volumi minimi indicati nella tabella 25.

Tabella 25 - Materiali sigillanti plastici a freddo - Volume minimo dei mastici (cm<sub>3</sub>/giunto)

Diametro dei tubi circolari (mm)	fino a 250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
Volume del mastice	0,4	0,6	0,8	1,1	1,7	2,7	3,7	4,5	5,5	7,5	9,0

Dimensione dei tubi ovoidali (mm)	400/600	500/750	600/900	700/1050	800/1200	900/1350	1000/1500	1200/1800
Volume del mastice	1,1	1,7	2,7	3,7	4,5	5,5	7,5	11,0

Diametro dei pezzi prefabbricati per pozzi di discesa (mm)	800	1000	1200	1500	2000	2500
Volume del mastice	3,0	3,5	4,5	5,5	7,5	10,0

Nei tubi la quantità del mastice deve essere scelta in modo tale che dopo l'unione dei pezzi il giunto sia completamente riempito ed il mastice formi un cordone lungo tutta la circonferenza, esternamente ed internamente. Nei manufatti verticali il mastice deve formare un cordone lungo la circonferenza solo da una parte, per consentire di completare la sigillatura dell'altra parte in modo rigido con malta di cemento.

· *Congiunzione dei tubi e pezzi speciali.* Per la congiunzione dei tubi o altri pezzi speciali orizzontali si deve usare un dispositivo di trazione e di pressione. I dispositivi di trazione devono essere appoggiati contro il primo tubo, quelli di pressione su fondamenta ausiliarie. La pressione di contatto deve essere scelta in modo tale da realizzare le condizioni indicate dal fabbricante. Si deve fare attenzione che la forza della pressione agisca in direzione assiale.

Per la congiunzione dei pezzi speciali verticali, per lo più è sufficiente la forza di pressione generata dal peso proprio dei pezzi messi a contatto. In caso contrario, si può ricorrere a pesi aggiuntivi applicati temporaneamente. Si deve allora fare attenzione che il peso riportato sia centrale e non danneggi i manufatti. Inoltre, mediante adatti distanziatori, si deve provvedere a conservare una fessura con larghezza <sup>3</sup> 10 mm. per assicurare spazio sufficiente alla sigillatura con malta di cemento ed impedire un'eccessiva fuoriuscita del materiale sigillante dal giunto.

Il materiale sigillante pressato deve essere, con un adatto attrezzo, asportato a raso dalla superficie esterna o interna dei manufatti. Esso non può essere riutilizzato.

**Art.226 Giunzioni plastiche a caldo**

Vengono realizzate in opera, per la sigillatura di condotti con giunti a bicchiere, mediante corda di canapa catramata e mastice bituminoso versato a caldo.

**Art.227 Prodotti specifici**

- *Corda catramata* da impiegare per la sigillatura dei giunti dovrà essere uniformemente imbevuta e sufficientemente secca, in modo che 500 g della stessa, sottoposti per 5 minuti ad un carico di 300 kg, non lascino uscire, alla temperatura di 35 °C, nemmeno una goccia della sostanza di imbibizione.
- *Mastici bituminosi*, particolari prodotti ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile, o altre sostanze plastiche, dei materiali riempitivi insolubili in acqua.

Tali prodotti debbono avere un punto di rammollimento di almeno 70 °C non infragilirsi, ma rimanere ancora sufficientemente tenaci e resistenti ai colpi, alla temperatura di 0 °C, e presentare un punto di fusibilità inferiore a 180 °C.

La prima prova sarà eseguita con il metodo dell'anello e della palla; la seconda consisterà nell'accertare che almeno due palle su tre, formate con 50 g di prodotto e lasciate cadere da un'altezza di 3 m alla temperatura di 0 °C, non abbiano né a scoppiare, né a fessurarsi; per la terza verrà utilizzato un viscosimetro da catrame con ugello da 7 mm di diametro, dal quale, alla temperatura prescritta, dovranno uscire 50 cm<sub>3</sub> di prodotto in meno di 25

secondi.

I prodotti medesimi dovranno, a richiesta, essere sottoposti anche a prove sulla stabilità (Prova Müssel DIN 4038 - foglio 1: 2,7), sul potere adesivo (Prova Güntrel DIN 4038 - foglio 1: 3, 3) e sulla resistenza alla penetrazione delle radici (DIN 4038 - foglio 1: 3, 4).

I prodotti impiegati nella fabbricazione dei mastici bituminosi - ferma la corrispondenza di questi ultimi alle prestazioni di cui sopra - non dovranno avere effetti tossici sugli operai addetti all'esecuzione delle giunzioni o sulle acque freatiche circostanti. In particolare è proibito utilizzare fenoli volatili come additivi per impedire la penetrazione delle radici.

### ***Art.228 Modalità esecutive***

Per la realizzazione delle giunzioni plastiche a caldo, si dovrà operare su tubi perfettamente puliti ed asciutti. Provvedutosi all'accurata pulizia delle estremità da collegare, queste verranno anzitutto verniciate con il mastice da impiegare nella giunzione e si inizierà la posa solo allorché la vernice sarà ben secca.

L'operazione potrà anche essere eseguita fuori dalla trincea; in questo caso, si avrà cura, nel calare il tubo, di non danneggiare il rivestimento e se ne ripeterà, prima della posa, la pulizia. Effettuato l'infilaggio del tubo, la canapa verrà ben compressa a stecca e mazzuolo fino a riempire il bicchiere, se del caso con aggiunta e zeppaggio di altri giri del materiale, per 1/3 della sua profondità. Dopo la posa di un tratto di condotto, si provvederà a rettificarne la posizione planimetrica ed altimetrica ed a bloccarlo nella esatta giacitura e livelletta.

Si provvederà quindi alla posa dell'apposito anello per la chiusura dello spazio cavo del bicchiere rimasto libero, curando che in alto, ma con leggera asimmetria rispetto alla generatrice superiore, sia lasciata un'apertura di 5,10 cm di larghezza; gli anelli dovranno avere, per ciascun tipo di tubo, la corrispondente forma, lunghezza e spessore; essi verranno bloccati, rendendo nel contempo impermeabile la cavità, mediante un cuscinetto in argilla.

Questa dovrà essere pulita, plastica e possedere buone caratteristiche di aderenza; si provvederà a bagnarla in un adatto contenitore e a lavorarla con continuità, in modo da formare una massa malleabile.

Il mastice deve essere fuso con cura in un idoneo crogiuolo e portato alla temperatura prescritta dal fabbricante, comunque non superiore ai 180 °C, da mantenere costante e continuamente controllata con un termometro. Esso sarà frequentemente mescolato, soprattutto prima di versarlo nel giunto, in modo che le sostanze di riempimento si ripartiscano uniformemente nella massa.

Installato l'anello di colatura, il materiale verrà travasato con un cucchiaio in un apposito secchiello preriscaldato, munito di becco per il corretto versamento nel giunto. La colatura verrà eseguita nel lato più basso della cavità predisposta, sì da consentire all'aria di uscire dall'alto, al vertice del tubo, e verrà proseguita allo stesso modo finché il mastice non sia risalito sino all'apertura. In seguito, verrà versato a più riprese altro materiale, finché il livello non si abbasserà più.

Il contenuto del secchiello che non venga subito riutilizzato deve essere versato nel crogiolo. Eventuali residui di quest'ultimo dovranno essere rimossi prima di ogni nuovo riempimento.

Eseguite le giunzioni, i tubi dovranno essere protetti da scosse sino a completo irrigidimento del materiale colato e gli anelli non dovranno essere levati anzitempo.

### ***Art.229 Infissione di tubi mediante spinta idraulica***

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per dare il lavoro ultimato a perfetta regola d'arte, comprese la fornitura ed installazione delle presse di spinta e di tutte le apparecchiature necessarie per l'infissione mediante spinta idraulica delle tubazioni e compresi gli eventuali noleggi di macchinari ed apparecchiature. E' pure a suo carico la rimozione, a lavoro ultimato, di tutto il macchinario e le apparecchiature usate per la realizzazione dell'opera.

Di norma la tubazione da infiggere sarà in calcestruzzo di cemento prefabbricato armato con acciaio di qualità Fe B 44 ad aderenza migliorata, con doppia armatura circolare e longitudinale con spessori sagomati, ai sensi delle norme vigenti, in modo da poter resistere ai carichi permanenti ed accidentali trasmessi dalle opere sottopassate (strade, manufatti, rilevati ferroviari, ecc.).

La distanza dell'armatura dall'interno del condotto dovrà essere di almeno 4 cm e la sollecitazione a trazione del ferro non dovrà superare i 2.200 kg/cm<sub>2</sub>.

Il calcestruzzo impiegato per la costruzione degli elementi della tubazione dovrà avere una resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione <sup>3</sup> 350 kg/cm<sub>2</sub> con l'impiego di cemento R = 425.

Gli elementi della tubazione, della lunghezza minima di ml 2, dovranno avere le giunzioni a perfetta tenuta idraulica anche per pressioni interne di almeno 0,7 atmosfere, salvo una maggiore pressione stabilita contrattualmente ed essere privi di saldature metalliche circonferenziali.

L'infissione della tubazione avverrà mediante macchina spingitubo di tipo oleodinamico: durante l'avanzamento della tubazione, il massimo sollevamento verticale del terreno sarà in funzione della distanza tra la generatrice superiore della tubazione da infiggere e la quota inferiore dell'opera da sottopassare; tale sollevamento verrà stabilito dalla Direzione dei Lavori per ogni singola opera.

Ogni elemento della tubazione dovrà avere due fori passanti per la formazione del cuscinetto di bentonite esterno alimentato a pressione durante l'avanzamento, e per l'iniezione del cemento a lavoro finito.

La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche verranno stabilite dalla Direzione dei Lavori per ogni singola opera, mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse nelle seguenti misure: +1 cm (diminuzione della pendenza) e -2 cm (aumento della pendenza) ogni m 10 di tubazione partendo da monte.

Sono a carico dell'Appaltatore: lo scavo necessario per l'infissione della tubazione ed il sollevamento del materiale di risulta fino al piano superiore del cantiere di lavoro, la fornitura dell'acqua di lavoro, la fornitura d'energia elettrica, l'impianto di ventilazione in sotterraneo, i calcoli statici approvati dall'Ente interessato all'attraversamento e le prove dei materiali.

Verranno remunerati a parte, con gli appositi prezzi di elenco: il trasporto del materiale di risulta dal piano superiore del cantiere di lavoro alle pubbliche discariche e gli eventuali aggettamenti.

Potranno essere richiesti all'Appaltatore, dietro compenso, eventuali carotaggi dei terreni in posto e sondaggi orizzontali preliminari alle operazioni di spinta della tubazione.

### ***Art.230 Modalità di realizzazione dei manufatti***

#### ***Art.231 Camerette d'ispezione***

#### ***Art.232 Materiali e parti costruttive***

Le murature di mattoni verranno eseguite in conformità al D.M. 14/01/08 (NTC 2008), con lo spessore di 2 teste fino a 2 m di profondità e 3 teste per profondità maggiori.

Il passaggio dalla camera di lavoro al pozzo o al collo di accesso verrà eseguito con una rastremazione della muratura, facendo sporgere i mattoni a mo' di gradini per almeno 5 strati. Per motivi statici, potrà essere prescritta una sagomatura a volta della muratura di mattoni.

Le murature in calcestruzzo semplice avranno uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

Il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà di norma confezionato con cemento tipo R = 325 dosato a 2 q/m<sub>3</sub> di impasto per il fondo e a 3 q/m<sub>3</sub> per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo R = 425 nel tenore di 3 q/m<sub>3</sub>.

Le pareti dei muri devono essere sopraelevate verticalmente almeno 25 centimetri sopra il vertice del condotto più alto, per assicurarne il solido collegamento; inoltre esse dovranno essere ortogonali all'asse delle tubazioni, per evitare il taglio dei tubi.

La superficie esterna delle murature deve essere ricoperta con un intonaco di malta di cemento, avente uno spessore di 1-2 cm e, in presenza di falde freatiche, anche con un rivestimento bituminoso (triplice verniciatura). Se la muratura è in calcestruzzo, nella cui confezione si usino appositi additivi idrofughi, si può evitare l'intonaco esterno.

La superficie interna delle murature, se in mattoni, verrà lasciata nuda; se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, verrà lisciata con intonachi speciali o rivestita con mattonelle di grès ceramico; con acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo, ma il calcestruzzo dovrà essere impermeabile, liscio e confezionato con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli del manufatto saranno arrotondati.

In ogni caso dovranno essere previamente ben immorsati nella muratura i gradini di accesso, avendo cura, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al camino d'accesso e ad esatto piombo tra loro, sia di non danneggiarne la protezione anticorrosiva.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si dovranno asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Sotto la cunetta si realizza una fondazione in calcestruzzo, con uno spessore minimo di 20 cm. In presenza d'acqua sarà interposto anche uno strato di ghiaia di 10 cm ed applicato al calcestruzzo un isolante bituminoso.

La cunetta e le banchine verranno realizzate nel calcestruzzo della suola, ricorrendo a rivestimenti: in mattoni clinker, in pezzi speciali semicircolari o piastrelle di grès, o in pietre lavorate conformemente al progetto.

Nelle camerette che prevedono immissioni con scivoli di raccordo, questi verranno formati con ogni cura mediante calcestruzzo, sopra il quale verrà successivamente stesa la malta anticorrosiva prescritta. Per gli scivoli potranno anche essere impiegati, a richiesta della Direzione dei Lavori, elementi di raccordo in granito o altra pietra naturale, nel qual caso il maggior compenso all'Appaltatore sarà liquidato in base ai prezzi d'Elenco.

Nelle camerette con condotto interrotto in cui sia previsto un salto, anche se dovuto ad un cambiamento di sezione, potrà essere prescritta la posa, sul fondo del manufatto, di un elemento in granito o altra pietra naturale di convenienti dimensioni, sagomato in modo idoneo.

L'eventuale soletta di copertura in cemento armato deve avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima

con 10  $\phi$  8 mm/m e 3  $\phi$  7 mm/m.

Nelle solette verranno lasciati i fori per i torrini di accesso, delle dimensioni che risulteranno dai tipi di progetto e dagli affondamenti della canalizzazione. In corrispondenza alle superfici d'appoggio degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta, l'armatura sarà convenientemente rinforzata in funzione del carico di prova previsto per l'elemento di chiusura.

Sulla soletta, che verrà sagomata con una piccola pendenza, si stenderà un intonaco in malta di cemento ( $\geq$  nel rapporto 1:3), con uno spessore di 1-2 cm ed un rivestimento bituminoso a 3 mani, con funzione impermeabilizzante; indi uno strato di almeno 8 cm di calcestruzzo magro, con funzioni di ripartizione dei carichi stradali; in caso contrario, la soletta dovrà essere calcolata in base a carichi concentrati.

#### **Art.233 Collegamento alla canalizzazione**

L'attacco dei condotti al manufatto dovrà essere appositamente articolato, per evitare sollecitazioni di taglio, consentendo spostamenti relativi tra i condotti e il manufatto; a tal fine, nella parete del manufatto, si introdurranno appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida per una migliore aderenza, di forma cilindrica, oppure a bicchiere od incastro; il condotto verrà infilato nel pezzo speciale, interponendo un anello in gomma per la sigillatura elastica.

Sempre allo scopo di favorire gli spostamenti differenziali, i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, avranno lunghezze minime, per poter meglio utilizzare nei movimenti anche le due articolazioni formate dai giunti immediatamente a monte e a valle del manufatto; si adotteranno quindi tubi con lunghezze di 1 m, 0,75 m e 0,5 m.

#### **Art.234 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali**

I pozzetti stradali saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q di cemento tipo 325 per  $m_3$  d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole portasecchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

#### **Art.235 Dispositivi di chiusura e di coronamento**

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 q di cemento tipo 425 per  $m_3$  di impasto,

sopra il quale sarà infine appoggiato il quadro.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per  $m_3$  d'impasto, confezionato con inerti di idonea

granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

### Art.236 Prova di impermeabilità della canalizzazione

Ultimate le operazioni di giunzione, i tronchi di condotta dovranno essere sottoposti ad una prova idraulica d'impermeabilità, con pressione, durata e modalità di seguito indicate, a cura e spese dell'Appaltatore. La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

I singoli tronchi di condotta da sottoporre alla prova idraulica verranno chiusi tra due dischi a tenuta ermetica. Parimenti si provvederà a chiudere ermeticamente, con gli appositi tappi e serratappi, tutte le diramazioni predisposte per i collegamenti della canalizzazione agli edifici ed ai pozzetti stradali. Le suddette aperture dovranno essere altresì ancorate per evitare che durante la prova si verifichino modifiche di posizione.

La canalizzazione deve essere riempita d'acqua in modo tale da determinare la completa fuoriuscita dell'aria. Pertanto si procederà al riempimento a partire dal punto più basso, così lentamente da consentire all'aria di uscire dai dispositivi di ventilazione nei punti più alti.

Tra il riempimento ed il controllo della canalizzazione deve essere previsto un intervallo sufficiente per consentire all'aria ancora presente di fuoriuscire gradualmente e - se necessario - alle pareti dei tubi di saturarsi. Pertanto il tempo di riempimento prescritto varia in funzione del materiale del condotto.

Nelle canalizzazioni a pelo libero, dopo il riempimento, abitualmente l'acqua verrà sottoposta per 15 minuti alla pressione di 0,5 bar, da controllare con un piezometro o un manometro nel punto più profondo. Se, durante il tempo prescritto, la pressione diminuisce, si deve aggiungere altra acqua, in modo da mantenere costante il valore iniziale.

Se si notano punti permeabili, in particolare nei giunti, la prova deve essere interrotta per riparare i difetti, eventualmente mediante sostituzione dei tubi e dei giunti che perdono e, successivamente, ripetuta durante altri 15 minuti. Per le canalizzazioni in muratura o calcestruzzo, la comparsa durante la prova di trasudamenti o macchie di umidità alle pareti non costituisce un indice di permeabilità, purché queste manifestazioni in seguito scompaiano senza necessità di riparazioni.

In casi particolari, quali le canalizzazioni in muratura di mattoni o in calcestruzzo gettato in opera con sezioni diverse da quella circolare, la pressione 0,5 bar non può essere tollerata e quindi la prova verrà eseguita con pressioni inferiori, fino ad un minimo di 0,1 bar.

I quantitativi massimi di acqua (in l per m<sup>2</sup> di superficie interna bagnata) che possono essere perduti dai vari tipi di

canalizzazioni con i giunti a tenuta sono riassunti nella tabella 26. Si tratta di valori sperimentali rispettando i quali la canalizzazione può essere considerata impermeabile compresi i giunti.

Non potrà comunque convalidarsi una prova in base alle sole indicazioni del piezometro o manometro registratore e dei quantitativi di acqua perduti, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

Per i condotti di dimensioni maggiori - in alternativa alla prova idraulica, su interi tronchi di canalizzazione - previo consenso della Direzione dei lavori - si potrà ricorrere ad una prova idraulica effettuata con dispositivi speciali da applicare a ciascun giunto, in modo tale da realizzare, in apposite intercapedini sulla parete interna del giunto o su quella esterna, una piccola camera d'acqua, in cui dovrà essere raggiunta la prescritta pressione con risultati equivalenti a quelli della prova sui tronchi interi.

La prova d'impermeabilità della canalizzazione dovrà essere ripetuta dopo il rinterro definitivo di cui all'Art.113.

Tabella 26 - Prova d'impermeabilità delle canalizzazioni di fognatura (da DIN 4033).

1 condotti in calcestruzzo gettato in opera			
DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)
tutte le dimensioni	0,30	0,5-0,1	24

2 condotti in calcestruzzo semplice prefabbricato				
DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )		pressione di prova (bar)	Tempo di riempimento (h)
	tubi con spessore normale	tubi con spessore rinforzato		
sezioni circolari 100-250	0,40	-		
300-600	0,30	0,15		
700-1.000	0,25	0,13		
oltre 1.000	0,20	0,10	0,5	24

sezioni ovoidali				
500/750 -	0,25	-		
800/1.200	0,20	-		
900/1.350-				
1.200/1.800				

3 condotti in ghisa				4 condotti in materie plastiche			
aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)	DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)	
con rivestimento in malta cementizia				tutte le dimensioni	0,02	0,5	1
0,02	0,5	24					
senza rivestimento in malta edilizia							
0,02	0,5	1					
5 condotti in muratura di mattoni				6 condotti in cemento armato			
aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)	DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)	
0,30	0,1	24	sezioni circolari	0,15 0,13 0,10	0,5	24	
			250-600				
			700-1.000				
			oltre 1.000				
			altre sezioni tutte le dimensioni	0,1			
7 condotti in acciaio				8 condotti in grès			
DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)		Aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)
tutte le dimensioni	con rivestimento in malta cementizia			tutte le dimensioni	0,10	0,5	1
	0,02	0,5	24				
tutte le dimensioni	senza rivestimento in malta edilizia						
	0,02	0,5	1				

**Art.237 Allacciamenti alla canalizzazione di fognatura**

In generale, per ogni lotto catastale edificato, verrà realizzato un condotto di allacciamento fino ai confini della

proprietà, mentre per ciascun lotto catastale non edificato ci si limiterà ad inserire nella canalizzazione almeno un pezzo speciale con imboccatura o uno sghembo, pronto per l'allacciamento, a meno che - in particolare con strade molto trafficate e/o alti livelli freatici - la Direzione dei Lavori non prescriva anche in questo caso di completare l'allacciamento fino ai confini del lotto.

Non è consentito inserire i condotti di allacciamento dei pozzetti stradali nei condotti di allacciamento degli edifici. E' invece possibile - secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori - l'associazione di più pozzetti stradali ad un unico condotto di allacciamento alla fognatura.

Qualora la canalizzazione di fognatura sia inferiore al livello della falda freatica, i condotti di allacciamento che non possono essere ancora completati dovranno essere predisposti con l'imboccatura il più possibile sopra il livello freatico, per facilitare i successivi lavori di completamento.

I pezzi speciali con imboccatura e gli sghembi, predisposti per il successivo allacciamento, dovranno essere chiusi con appositi coperchi a tenuta ermetica.

Di norma, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura saranno realizzati mediante tubi in conglomerato cementizio semplice del diametro nominale di 150 mm e gli allacciamenti degli scarichi privati mediante tubi in grés del diametro nominale di 200 mm. Nella esecuzione dei condotti di allacciamento, dovranno essere evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione; all'occorrenza dovranno adottarsi pezzi speciali di raccordo e riduzione.

Nell'ambito della fossa della canalizzazione, i condotti di allacciamento dovranno essere supportati da calcestruzzo costipato o sabbia cementata. I collegamenti alla canalizzazione avverranno di norma mediante pezzi speciali con imboccatura inseriti nei condotti prefabbricati o sghembi inseriti nei getti in calcestruzzo o nelle murature realizzate in opera.

Solo in via eccezionale potrà essere consentito dalla Direzione dei Lavori l'inserimento di sghembi successivo alla realizzazione della canalizzazione. In tal caso si dovrà provvedere con diligenza alla perforazione del condotto mediante un attrezzo speciale a corona cilindrica, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghembi verranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un idoneo blocco di ammarraggio in calcestruzzo, ad evitare il distacco del pezzo speciale.

Nel collegamento tra i condotti e gli sghembi, dovranno infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi d'ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco.

### ***Art.238 Opere metalliche***

#### ***Art.239 Prescrizioni generali***

Il numero e le esatte dimensioni delle opere metalliche da fornirsi devono essere accertati e rilevati dall'Appaltatore, a tutte sue cure e spese, anche quando le opere siano oggetto di separato appalto.

Qualora, a causa della inesattezza o incompletezza dei rilievi, si dovessero eseguire delle modifiche alle opere metalliche, ovvero - sempreché possibile ed ammesso dalla Direzione dei Lavori - alle parti murarie cui le stesse debbano essere fissate, le conseguenti spese saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore, il quale sarà pure tenuto a risarcire i danni che da ciò derivassero alla Committenza.

#### ***Art.240 Prescrizioni relative alla fornitura***

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori le fabbriche presso le quali verranno realizzate le opere metalliche oggetto dell'appalto. Non appena i materiali da impiegare nella relativa costruzione siano stati approvvigionati, dovrà darne tempestivo avviso alla Direzione stessa, così da consentire che gli accertamenti, i controlli e le prove del caso possano essere disposti tempestivamente.

Accettati i materiali - ferme comunque restando le responsabilità dell'Appaltatore al riguardo, ai sensi del precedente Art.74 - dovrà procedersi, per ciascuna delle principali opere oggetto di fornitura, all'esecuzione di un campione da sottoporre alla Direzione dei Lavori per gli accertamenti di qualità e le prove che questa intendesse effettuare, nonché per le eventuali modifiche che risultassero opportune per il miglior esito della fornitura.

I campioni - alla cui esecuzione l'Appaltatore deve provvedere a sue cure e spese - e tutti i pezzi che la Direzione dei Lavori intenda visionare in corso di lavorazione, o appena ne sia stata ultimata l'esecuzione e prima del loro trasporto in cantiere, dovranno essere sottoposti all'esame con le superfici a vista non protette, in modo da consentire il miglior accertamento della qualità dei materiali e della idoneità delle lavorazioni.

#### ***Art.241 Prescrizioni costruttive***

La lavorazione dovrà essere accurata.

Le saldature dovranno sempre essere accuratamente pulite nonché - quando ciò sia staticamente possibile e venga ritenuto opportuno dalla Direzione dei Lavori - adeguatamente spianate.

Le superfici che debbano essere tra loro collegate stabilmente per sovrapposizione, prima dell'unione, dovranno essere adeguatamente preparate e protette con le vernici anticorrosive previste o prescritte; le parti delle opere che, per forma o condizioni di posa, siano tali da permettere che vi si raccolgano le acque, dovranno essere

opportunamente forate - sempreché le condizioni statiche lo consentano - in modo da evitare il verificarsi di ristagni; qualora non possano essere praticati i fori, si dovranno adottare diverse soluzioni costruttive, ovvero eliminare gli inconvenienti all'atto della protezione superficiale dei pezzi, colmando le capacità o modificando le sagome con idonei mastici.

#### ***Art.242 Protezioni superficiali***

La protezione superficiale delle opere metalliche dovrà, di norma, essere iniziata in officina, non appena ultimata la loro costruzione ed effettuato, se previsto, il controllo da parte della Direzione dei Lavori. Le operazioni da eseguirsi nei vari casi sono di seguito elencate, ferma comunque l'osservanza delle prescrizioni di progetto e delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

#### ***Art.243 Zincatura a caldo***

In presenza di ambiente marino od aggressivo, dovrà essere, eseguita obbligatoriamente la zincatura a caldo, accertando tuttavia previamente che essa non sia incompatibile con il tipo di aggressione cui i manufatti saranno sottoposti.

#### ***Art.244 Preparazione delle superfici***

In presenza di ambiente marino od aggressivo, dovrà essere, eseguita obbligatoriamente la zincatura a caldo, accertando tuttavia previamente che essa non sia incompatibile con il tipo di aggressione cui i manufatti saranno sottoposti.

#### ***Art.245 Trasporto***

L'Appaltatore è tenuto a sostituire con materiale nuovo tutti i pezzi che subiscano guasti o rotture durante il trasporto, il montaggio ovvero durante o dopo la posa in opera, quando tali rotture risultino dipendenti da difettosa struttura o da qualità del materiale non corrispondente alle prescrizioni del presente Capitolato.

In questi casi, egli è inoltre responsabile dei danni che derivassero alla Committenza o a terzi.

La posa in opera si intende sempre comprensiva - qualsiasi siano le previste modalità di remunerazione - di tutte le operazioni preparatorie, anche di quelle che occorresse eseguire già durante la costruzione, delle opere murarie e di tutti i ripristini.

Essa dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte, in modo che le opere assolvano pienamente e correttamente alle funzioni loro assegnate dal progetto.

#### ***Art.246 Ripristini stradali***

Ai ripristini stradali si dovrà - di norma - dar corso una volta acquisita sufficiente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei rinterri. A tale scopo, nel Capitolato speciale complementare sarà assegnato il termine - in aggiunta a quello fissato per l'ultimazione dei lavori - entro il quale dovranno essere compiuti i ripristini e riconsegnate in condizioni perfette le strade interessate dai lavori.

In relazione a particolari esigenze della circolazione o a specifiche richieste dei proprietari delle strade, è tuttavia in facoltà della Direzione dei lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i rinterri, senza far luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito. In quest'ultimo caso, il riempimento della fossa dovrà essere arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del rinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello stabilito per la massicciata stradale.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.

La Direzione dei Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, vengano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei rinterri e degli strati sottostanti della massicciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai proprietari, la sagoma prevista.

Le pavimentazioni dovranno essere eseguite a regola d'arte, secondo le migliori tecniche e con materiali di buona qualità, nel rispetto delle prescrizioni contenute nei rispettivi articoli dell'Elenco Prezzi, specie per quanto riguarda gli spessori minimi.

I chiusini degli altri servizi pubblici dovranno essere posati con la superficie superiore perfettamente a filo del piano stradale definitivo e ben incastrati e fissati. In caso di modifica della quota originaria del piano stradale, tutti i chiusini preesistenti dovranno essere riportati in quota e fissati a regola d'arte.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad

ogni effetto quali vizi occulti.

Nella esecuzione dei ripristini e di tutte le opere di natura stradale in genere, dovranno essere osservate le norme tecniche specifiche riportate o richiamate nel Capitolato speciale complementare.

## **Parte 6 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**

### ***Art.247 Prescrizioni di carattere generale***

Si premette che, per norma generale ed invariabile, resta stabilito contrattualmente che nei prezzi unitari si intendono compresi e compensati: ogni opera principale e provvisoria, ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto in opera, nel modo prescritto dalle migliori regole d'arte, e ciò anche quando questo non sia esplicitamente dichiarato nei rispettivi articoli di Elenco o nel presente Capitolato, ed inoltre tutti gli oneri ed obblighi precisati nel presente Capitolato, ogni spesa generale e l'utile dell'Appaltatore.

Più in particolare si precisa che i prezzi unitari comprendono:

- 1) per i materiali, ogni spesa per fornitura, nelle località prescritte, comprese imposte, carico, trasporto, pesatura, misurazione, scarico, accatastamento, ripresa, cali, perdite, sprechi, sfridi, prove ecc., nessuna eccettuata, necessaria per darli pronti all'impiego a piè d'opera, in qualsiasi punto del lavoro, nonché per allontanarne le eventuali eccedenze;
- 2) per gli operai, il trattamento retributivo, normativo, previdenziale e assistenziale, nonché ogni spesa per fornire ai medesimi gli attrezzi ed utensili del mestiere;
- 3) per i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e i mezzi d'opera pronti all'uso, per fornirli, ove prescritto, di carburanti, energia elettrica, lubrificanti e materiali di consumo in genere, personale addetto al funzionamento, ecc. per effettuarne la manutenzione, provvedere alle riparazioni e per allontanarli, a prestazioni ultimate;
- 4) per i lavori a corpo, ogni spesa per mano d'opera, mezzi d'opera, attrezzi, utensili e simili, per le opere provvisorie, per gli inerti, i leganti, gli impasti, i prodotti speciali, ecc., per assicurazioni di ogni specie, indennità per cave di prestito e di deposito, passaggi, depositi, cantieri, occupazioni temporanee e diverse, oneri per ripristini e quanto occorre a dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Impresa dovrà sostenere a tale scopo;
- 5) per la posa in opera dei materiali di qualsiasi genere, ogni spesa per l'avvicinamento al punto di posa e gli spostamenti in genere che si rendessero necessari all'interno del cantiere, per la mano d'opera, i mezzi d'opera, gli attrezzi, gli utensili e simili, le opere provvisorie e quant'altro occorra ad eseguire perfettamente la prestazione.

Si conviene poi espressamente che le eventuali designazioni di provenienza dei materiali non danno, in alcun caso, diritto all'Appaltatore di chiedere variazioni di prezzo o maggiori compensi per le maggiori spese che egli dovesse eventualmente sostenere, nel caso che dalle provenienze indicate non potessero aversi tali e tanti materiali da corrispondere ai requisiti ed alle esigenze di lavoro.

**Le opere saranno contabilizzate a corpo.**

### ***Art.248 Indagini meccaniche del terreno***

Prima della presentazione dell'offerta l'Appaltatore dovrà comunque accertarsi della natura del terreno interessato dalle opere, delle sue caratteristiche meccaniche presenza d'acqua, ecc., nonché della natura e posizione dei servizi presenti nel sottosuolo entro e in prossimità degli scavi.

A tale scopo dovrà eseguire a propria cura e spese tutti i saggi che si rendono necessari in funzione dei lavori da eseguire.

L'Amministrazione non risponde in alcun modo dei danni che possono derivare all'Appaltatore da una insufficiente conoscenza della situazione del sottosuolo, sia in sede di gara che di esecuzione dei lavori.

Nel caso di esecuzione di opere complesse, per le quali sia richiesta una più approfondita conoscenza delle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, l'Appaltatore dovrà eseguire a sua cura e spese quelle indagini geologiche (prove di carico, analisi geotecniche, trivellazioni, penetrazioni, ecc.) che si rendano necessarie, anche al giudizio della D.L..

Sono sempre a carico dell'Appaltatore le eventuali prove di carico su pali di fondazione.

### ***Art.249 Disegni di rilievo***

Sono a carico dell'Appaltatore i disegni di rilievo dei lavori eseguiti. Essi saranno predisposti su carta lucida e comprenderanno:

- a) una o più planimetrie in scala 1:500 sulle quali dovranno essere indicati:
  - il tracciato del condotto posato, quotato planimetricamente;
  - la denominazione delle strade nelle quali il condotto è stato posato;
  - la sezione del condotto;
  - le camerette d'ispezione quotate planimetricamente;
  - il senso e il valore della pendenza;

- le quote altimetriche di fondo e di chiusino del condotto per le camerette che si trovano agli incroci con altre vie o aventi salti di fondo; in ogni caso almeno per una cameretta ogni cinque;
- gli sghebbi di immissione quotati planimetricamente;
- la distanza del condotto dal filo dei fabbricati o da punti fissi, in modo che esso possa essere individuato anche con eventuali cambiamenti di direzione;
- i condotti preesistenti che fossero stati eventualmente demoliti, opportunamente evidenziati.

b) i disegni dei manufatti, in scala appropriata e precisamente:

- una sezione trasversale per ogni tipo di condotto eseguito;
- pianta e sezioni di una cameretta tipo d'ispezione;
- piante e sezioni delle eventuali camerette d'ispezione con salti di fondo, degli eventuali sifoni e sottopassi e di ogni manufatto speciale in genere.

Su tutti i disegni dovranno essere indicati:

- il titolo di progetto del lavoro eseguito;
- il tipo di condotto se prefabbricato o gettato in opera;
- i capisaldi ai quali è stata riferita la quotazione altimetrica, che dovranno essere quelli di livellazione IGM o, in mancanza, le quote di fondo dei condotti esistenti. La consegna da parte dell'Appaltatore dei tipi che formano oggetto del presente articolo è condizione necessaria per il pagamento della liquidazione a saldo.

### **Art.250 Noleggi**

Nel caso l'Appaltatore fornisca mezzi d'opera, di trasporto, macchinari, ponteggi, ecc. si corrispondono i compensi previsti nell'elenco dei prezzi, che comprendono le quote per spese generali e per utili dell'Appaltatore, entrambe fissate nell'aliquota del 10%. Tali prezzi valgono anche per la formazione di eventuali nuovi prezzi di lavori finiti.

Nei prezzi di noleggio si intendono sempre compresi e compensati: tutte le spese di carico, di trasporto e scarico sia all'inizio che al termine del nolo; lo sfrido di impiego e di eventuale lavorazione dei materiali; l'usura ed il logorio dei macchinari, degli attrezzi e degli utensili; la fornitura di carburante, energia elettrica, lubrificante, accessori, attrezzi e quant'altro occorrente per l'installazione e il regolare funzionamento dei macchinari, tutte le spese e prestazioni per gli allacciamenti elettrici, per il trasporto e l'eventuale trasformazione dell'energia elettrica.

Il prezzo dei noleggi rimarrà invariato, sia per prestazioni diurne che notturne o festive.

Tutti i macchinari, attrezzi ed utensili dovranno essere dati sul posto di impiego in condizioni di perfetta efficienza; e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Eventuali guasti od avarie che si verificassero durante il nolo dovranno essere prontamente riparati a cura e spese dell'Impresa, la quale, per tutto il periodo in cui i macchinari rimarranno inefficienti, non avrà diritto ad alcun compenso.

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le spese necessarie per dare i macchinari perfettamente funzionanti, e i ponteggi a disposizione sul luogo di impiego. Pertanto col prezzo orario di noleggio, si intendono compensati, le spese di trasporto e di successivo allontanamento dal cantiere, i combustibili, carburanti, energia elettrica, gli allacciamenti, e le eventuali trasformazioni ecc. materiali di consumo, le eventuali riparazioni, nonché la mano d'opera specializzata necessaria per il funzionamento regolare dei macchinari stessi. Nel prezzo di nolo dei ponteggi si intendono compresi tutti gli oneri per il trasporto, il montaggio, il mantenimento, lo smontaggio e l'allontanamento dei materiali dal cantiere, il tutto eseguito con mano d'opera specializzata, senza causare danni o intralci al buon andamento del cantiere o a terzi. Il prezzo di noleggio viene corrisposto per il tempo in cui il macchinario o il ponteggio viene effettivamente impiegato in piena efficienza di servizio, intendendosi con tal prezzo compensati gli oneri relativi alla sosta dei mezzi nei tempi di mancato uso.

La durata del nolo dei legnami verrà computata dal giorno della loro posa in opera al giorno in cui verrà ordinato il disfaccimento delle opere eseguite col materiale noleggiato.

La durata del nolo dei ponteggi verrà computata per i giorni di effettiva utilizzabilità del ponteggio, esclusi quindi i tempi di montaggio e smontaggio.

La durata del nolo dei macchinari, pompe e attrezzature verrà valutata a partire dal momento in cui questi verranno dati sul posto d'impiego, pronti per l'uso, in condizioni di perfetta efficienza. Verranno compensate le sole ore di lavoro effettivo escludendo ogni perditempo per qualsiasi causa, e non verrà riconosciuto alcun compenso per il periodo di inattività dei macchinari e per i periodi di riscaldamento, messa in pressione e portata a regime degli stessi.

La valutazione minima del servizio sarà tuttavia di:

2 ore giornaliere per escavatori, ruspe, rulli compressori, motocarri, autocarri, autogrù, autobotti e mezzi d'opera semoventi in genere, che siano già disponibili in un qualunque punto del cantiere per essere, o esser stati, impiegati nell'esecuzione delle opere, sia a misura che ad economia, oggetto dell'appalto;

4 ore giornaliere per pompe, compressori, betoniere, organi e macchine ad installazione fissa in genere, nonché per tutte le macchine e i mezzi d'opera semoventi che siano disponibili in cantiere, nel senso sopra precisato.

Il compenso a corpo per l'approntamento delle pompe si intende comprensivo, oltre che di tutti gli oneri sopra esposti, anche delle spese, forniture, prestazioni ed opere occorrenti per l'installazione a regola d'arte delle pompe stesse, per l'allontanamento delle acque sollevate e per l'eventuale manutenzione di tutti gli accessori impiegati e delle opere eseguite, nonché per lo smontaggio dell'impianto a lavori ultimati.

Il compenso per permanenza inattiva delle pompe verrà corrisposto solo nei casi ordinati dalla Direzione dei Lavori e per ogni periodo di almeno 24 ore consecutive di inattività.

### **Art.251 Scavi**

Il computo degli scavi verrà effettuato tenendo conto soltanto delle scarpe e delle dimensioni risultanti dai tipi di progetto e dagli ordini della Direzione dei Lavori.

In mancanza di questi, il computo verrà desunto:

- per gli scavi generali e di fondazione, dalle effettive misure geometriche prese sulle verticali esterne delle murature e dei conglomerati cementizi di fondazione;
- per gli scavi in trincea, per i condotti monolitici e i manufatti di fognatura non gettati contro le armature o contro terra, dalle misure geometriche prese sulle verticali esterne dei condotti e dei manufatti stessi maggiorate di cm 40 (cm 20 per parte);
- per le canalizzazioni da realizzarsi con tubi prefabbricati, dal diametro interno del tubo maggiorato di cm 60.

Per gli scavi in trincea con profondità superiore a m 1,50, la larghezza minima considerata sarà di m 1,00.

Nel caso che vengano ordinati lavori sul paramento esterno dei muri entro terra, verrà compensato in più il maggior scavo occorrente per un vano di almeno cm 80 di larghezza dal paramento stesso.

Negli scavi per le tubazioni e per i manufatti, non saranno misurati i volumi provenienti da maggiori sezioni rispetto alle prescritte e da franamenti o scoscendimenti delle scarpate, dipendenti da insufficienza nelle sbadacchiature ed armature occorrenti o da qualsiasi altra causa.

Il prezzo degli scavi armati comprende: il nolo delle armature, sbadacchiature e puntellazioni, la mano d'opera per la loro formazione, manutenzione e ripresa, nonché il loro consumo e trasporto.

Con i prezzi degli scavi a macchina è sempre compensata anche l'occorrente assistenza della mano d'opera; per tutti gli scavi, poi, i prezzi comprendono e remunerano sempre le operazioni di esatta rifilatura delle scarpate e la perfetta sagomatura e posa a livelletta del fondo.

Qualora durante lo scavo di qualsiasi natura e consistenza (con l'esclusione della roccia da mina) si rinvenissero materiali non rimovibili mediante escavatore, come ad esempio murature, rocce, ecc. di volume superiore a  $m_3$  0,5, per la loro demolizione verranno corrisposti i sovrapprezzi di Elenco ed il loro volume non verrà dedotto da quello di scavo; analogamente si procederà per la valutazione dello scasso delle massicciate. Al contrario, l'asportazione dei relitti di volume inferiore a  $0,5 m_3$  si intende compensata con il prezzo dello scavo.

In presenza di terreni molto fluidi, le armature delle pareti dovranno essere spinte al di sotto del piano di fondo degli scavi, a profondità sufficiente per evitare il rifluimento di materiale negli scavi stessi al di sotto delle armature; in tali casi, verrà misurata e pagata a parte, secondo i prezzi di Elenco, la sola armatura effettuata al di sotto del fondo degli scavi.

Nel caso in cui venisse ordinato il rinterro senza recupero di armature, le tavole, le travi ed i puntelli verranno misurati e compensati con prezzi determinati dalla Direzione dei Lavori, tenuto conto del deperimento, e comunque non superiori al 50% di quelli d'Elenco; non verrà invece riconosciuto alcun compenso per i cunei, i tasselli, le regge, le chioderie, ecc.

Per gli scavi eseguiti in presenza d'acqua il cui livello stabile non si elevi oltre 20 cm sul fondo, nessuno speciale compenso e nessuna maggiorazione spetteranno all'Appaltatore sui prezzi stabiliti dall'Elenco per gli scavi all'asciutto - in base ai quali il lavoro verrà liquidato - salvo il noleggio delle pompe, nei casi in cui non fosse possibile e sufficiente procedere all'aggottamento con canali a scolo naturale o con drenaggi sottostanti le condutture.

Gli scavi saranno invece considerati come subacquei per tutte e sole quelle parti che ricadono oltre 20 cm al di sotto del livello costante a cui si stabiliscono le acque. Per tali porzioni degli scavi, saranno corrisposti all'Appaltatore, se previsti, quei prezzi d'Elenco per gli scavi che - oltre alle necessarie armature ed alle eventuali paratie e palancolate - remunerino anche tutti gli occorrenti aggotamenti ed esaurimenti d'acqua - con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli - sempreché queste prestazioni siano da riconoscere all'Appaltatore stesso.

Qualora invece tali scavi non siano previsti, verranno riconosciuti all'Appaltatore i compensi stabiliti dall'Elenco per gli scavi in presenza d'acqua, in aggiunta ai quali saranno corrisposti - sempreché dovuti, quelli previsti per gli aggotamenti ed esaurimenti della stessa.

### **Art.252 Rinterri**

I rinterri ed i riempimenti saranno misurati come differenza fra il volume dello scavo e quello dei manufatti in esso eseguiti, senza tener conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare, in relazione agli assestamenti del terreno, per garantire che il rinterro assuma, alla fine, la sagoma prescritta.

Il prezzo dei rinterri comprende:

- nel caso vengano effettuati con materie già depositate al margine degli scavi, la loro ripresa;
- nel caso vengano effettuati con materie provenienti direttamente dagli scavi, il nolo di autocarro durante il caricamento, nonché il trasporto e lo scarico del materiale.

Tale prezzo comprende pure la vagliatura dei materiali da impiegarsi a contatto dei condotti, le occorrenti

innaffiature ed il costipamento con mezzi idonei a strati di spessore non superiore a cm 50.

### ***Art.253 Trasporti***

Saranno compensati, con i prezzi di Elenco, unicamente i trasporti dei materiali eccedenti i rinterri o che, su espressa richiesta della Direzione dei Lavori, vengano impiegati negli stessi previo deposito intermedio.

Il materiale da trasportare a scarica sarà valutato, ai soli fini del trasporto stesso, in misura pari al volume dei condotti e manufatti entro terra, maggiorato del 20%, per tener conto dell'espansione che subiscono le terre a seguito dello scavo. Da tale volume convenzionale verrà detratto quello del materiale eventualmente reimpiegato, da determinarsi con misura diretta dei cumuli regolari che l'Appaltatore dovrà approntare a sue cure e spese.

Parimenti, il volume dei materiali trasportati a deposito intermedio prima di essere avviati ai rinterri sarà determinato mediante misura diretta dei cumuli regolari che l'Appaltatore dovrà pure predisporre, sempre a sue cure e spese.

Qualora, su richiesta della Direzione dei Lavori, una parte dei materiali da trasportare a rifiuto sia stata previamente depositata lungo la sede dei lavori, verrà corrisposto all'Appaltatore il prezzo di trasporto appositamente previsto dall'Elenco, comprensivo dell'onere di caricamento sugli automezzi, e da applicarsi a volumi calcolati su cumuli regolarizzati come sopra; tali volumi dovranno essere sottratti a quello totale convenzionale, valutato come anzidetto sulla base delle dimensioni geometriche dei manufatti.

La maggiorazione suindicata dovrà essere ridotta a metà per il volume dei materiali provenienti dalla demolizione delle massicciate stradali preesistenti ai lavori, e ad un quarto per quello dei materiali residuanti dalla formazione dei cassonetti stradali ricavati nel corpo dei rinterri, in sede di ripristino delle massicciate.

Qualora l'Elenco Prezzi preveda la corresponsione di una maggiorazione ai corrispettivi degli scavi per la demolizione delle massicciate stradali, questa non potrà essere, in nessun caso, riconosciuta all'Appaltatore per quanto attiene ai cassonetti da formarsi in sede di ripristino.

### ***Art.254 Sabbia, ghiaia e pietrisco***

Sabbia, ghiaia e pietrisco verranno misurati tanto con apposite casse di dimensioni fissate, fornite dall'Appaltatore, quanto in cumuli regolari di forma geometrica, o direttamente sugli autocarri, a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le forme da darsi ai cumuli sono quelle del tronco di piramide e del tronco di prisma la cui sezione verticale sia un triangolo o un trapezio.

### ***Art.255 Conglomerati cementizi, malte e murature***

Il computo dei conglomerati cementizi e delle murature verrà, di regola, fatto sul volume in rustico dell'opera eseguita, con deduzione di tutti i vani aventi luce netta superiore a  $0,25 m_2$ ; non si terrà conto delle eventuali

eccedenze dei getti, ancorché inevitabili in relazione alla forma degli scavi, al modo di esecuzione dei lavori e a qualsiasi altra causa. Verranno pure dedotte le parti occupate da cementi armati, pietre naturali od artificiali, intonachi, rivestimenti ed altri materiali che fossero conteggiati e computati a parte.

I calcestruzzi di sottofondo e rinfiaccio alle tubazioni in grès e calcestruzzo semplice saranno valutati conteggiando la sezione prescritta anche quando di fatto essa fosse superiore. I prezzi in Elenco tengono conto dell'esecuzione di queste opere in due tempi e cioè: sottofondo prima della posa dei tubi e rinfiaccio dopo la posa di questi.

Prevedendosi l'impossibilità di accertare mediante misure esatte il reale volume del calcestruzzo impiegato per riempimento di vani irregolari e per lavori subacquei, esso sarà dedotto preventivamente dalla misura del volume degli impasti usati per tali scopi, ridotta del 10% per tener conto del costipamento del calcestruzzo in opera.

Nei prezzi delle murature di qualsiasi genere è compreso ogni onere per la formazione di spalle, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande, nonché per la formazione degli incastri per le pietre naturali ed artificiali.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbono costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte, ma saranno valutate con i prezzi delle murature rette, senza alcun compenso addizionale.

Le volte e gli archi in conci di pietrame o mattoni saranno misurati secondo l'effettivo volume del manufatto.

I relativi prezzi di Elenco comprendono tutte le forniture, lavorazioni e magisteri per dare il manufatto completo, con tutti i giunti delle facce viste frontali e d'intradosso profilati e stuccati.

La misurazione sarà fatta al vivo dei muri, senza tener conto delle incassature per imposte e simili. I prezzi delle centinature, qualora siano da valutare separatamente da quelli delle volte, saranno applicati alla superficie di intradosso delle volte stesse.

Qualora venissero ordinate qualità o proporzioni di legante idraulico diverse da quelle indicate in Elenco per i calcestruzzi e per le malte, il nuovo prezzo si formerà sostituendo all'importo del legante idraulico stabilito nell'Elenco il nuovo importo corrispondente alle variazioni di qualità o quantità, ferma sempre l'applicazione del ribasso contrattuale sul nuovo prezzo così costituito.

Per fissare la variazione di prezzo delle murature conseguente all'avvenuta variazione della malta, si conviene che essa entri in un  $m_3$  di muratura nelle proporzioni seguenti:

- muratura in pietra da taglio sbazzata: m<sub>3</sub> 0,100
- muratura in mattoni: m<sub>3</sub> 0,262
- muratura in pietrame e ciottoli: m<sub>3</sub> 0,350
- muratura in conci di calcestruzzo: m<sub>3</sub> 0,080

Il prezzo dei casseri, sia valutato separatamente che assieme a quello del conglomerato, comprende tutti gli oneri per la formazione e il disfacimento, nonché il consumo e lo spreco dei materiali impiegati.

#### **Art.256 Cementi armati**

Nella valutazione delle opere in conglomerato cementizio armato, si terrà conto separatamente del ferro, del conglomerato cementizio e dei casseri effettivamente impiegati, valutando le singole opere con i relativi prezzi dell'Elenco.

Peraltro, non verrà fatta alcuna detrazione del volume dell'armatura metallica immersa nel conglomerato e del volume di calcestruzzo corrispondente a fori e vani inferiori a 0,30 m<sub>3</sub>.

Il prezzo del ferro comprende il trasporto, il taglio, la piegatura e la sagomatura prescritte, nonché la posa in opera con le opportune legature. Il ferro sarà valutato in base allo sviluppo risultante dai disegni esecutivi ed applicando i pesi teorici del manuale Colombo.

Il peso dei singoli ferri deve corrispondere al prescritto con una tolleranza del 3%; all'infuori di tale limite, se il peso è in deficienza i ferri verranno scartati, se è in eccesso non ne sarà computato l'importo corrispondente al maggior peso.

Qualora per gli impasti dei calcestruzzi si richiedesse l'aggiunta di additivi, fluidificanti, idrofughi, ecc., l'Impresa non avrà diritto ad alcun particolare compenso oltre al pagamento del prodotto aggiunto, valutato al prezzo di fornitura a piè d'opera.

I casseri verranno misurati in base all'effettiva superficie bagnata dal getto. Nel prezzo dei casseri si intendono compresi, oltre alla loro formazione e disfacimento, anche il consumo e lo spreco di tutti i materiali impiegati.

#### **Art.257 Condotti di fognatura e manufatti relativi**

I condotti di fognatura stradale verranno valutati misurandone la lunghezza sull'asse della tubazione, senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi e deducendo la lunghezza esterna delle camerette, dei manufatti e dei pezzi speciali.

I pezzi speciali in grès ceramico e in PVC vengono valutati per trasformazione in base ai sottoelencati rapporti tra il prezzo base di un metro lineare di tubo retto ed il prezzo del pezzo speciale di pari diametro. Qualora il pezzo speciale abbia imboccature con diametri diversi, si considera il diametro maggiore:

- tronchetti dritti da m 0,25 - 0,50
- tronchetti dritti da m 0,50 - 0,75
- curva semplice ed a squadra 2
- conico diritto, sghembo 1
- curva con ispezione 3
- curva con piede 2,5
- ispezione completa di tappo, serratappo e guarnizione 4
- tappo, serratappo e guarnizione 0,70
- sghembo semplice 0,70
- sghembo a cassetta 1,5
- giunto semplice, a squadra, ispezione retta 1,8
- giunto c.s., ma con ispezione 2,20
- sifone tipo Mortara stradale 2,50
- sifoni tipo Torino, Firenze 8

Le camerette-tipo di ispezione e di immissione e i pozzetti stradali verranno valutati a numero.

I condotti ed i manufatti speciali per i quali non esistesse apposito prezzo di Elenco, verranno valutati a misura computando le quantità delle singole categorie di lavoro.

#### **Art.258 Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali**

I disfacimenti ed i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori un larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di cm 30. Verranno dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi "in cassonetto" per il ripristino delle massicciate verranno valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del

**Art.259 Inizio e ordine dei lavori**

L'Appaltatore dovrà iniziare i lavori non oltre 20 giorni dalla data del verbale di consegna ed in caso di ritardo sarà applicata una penale giornaliera pari all'importo della penale per ritardo nella ultimazione dei lavori : qualora il ritardo superasse il termine di cui sopra, la Committenza potrà procedere alla risoluzione del contratto e all'incameramento degli eventuali danni.

In generale, l'Appaltatore ha facoltà, di norma, di svolgere l'esecuzione dei lavori nei modi che riterrà più opportuni per darli finiti e completati a regola d'arte nel termine contrattuale.

Sempre che, il termine contrattuale, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della Committenza.

La Direzione dei lavori potrà, però, a suo insindacabile giudizio, prescrivere un diverso ordine o diversi tempi nella esecuzione dei lavori senza che per questo l'Impresa possa chiedere compensi od indennità di sorta.

La Committenza si riserva, in ogni caso, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, presenterà alla Direzione dei Lavori, per l'approvazione, il programma operativo dettagliato e distinto per categorie delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione dei lavori. Il programma approvato, mentre non vincola la Committenza che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo .

Il programma approvato, mentre non vincola la Committenza che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo per l'Appaltatore che ha l'obbligo di rispettare il programma di esecuzione. La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà alla Committenza di non stipulare o di risolvere il Contratto per colpa dell'Appaltatore.

L'Appaltatore non potrà per nessun motivo, anche in caso di eventuali controversie di qualunque natura, sospendere o rallentare i lavori.

I materiali occorrenti dovranno essere approvvigionati in tempo debito, in modo da non provocare il ritardato inizio, la sospensione o la lenta prosecuzione dei lavori.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire le opere contrattuali anche per parti non continuative e susseguenti, senza per questo aver diritto ad alcun maggiore compenso.

In particolare, al fine di garantire il traffico veicolare nelle zone interessate dai lavori, l'Appaltatore s'impegna ad eseguire, dietro ordine della Direzione Lavori e nei termini di ultimazione contrattuale, tronchi parziali di fognatura, completandoli con il relativo ripristino stradale, prima di dare corso all'esecuzione dei tronchi successivi, senza che per ciò gli spetti alcun maggior compenso.

**Art.260 Verifiche e prove preliminari dell'impianto**

La verifica e le prove preliminari di cui appresso si devono effettuare durante la esecuzione delle opere ed in modo che risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

La verifica preliminare, ha come scopo di accertare che la fornitura del materiale costituente le opere e gli impianti, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle prescrizioni contrattuali;

La verifica e le prove preliminari di cui sopra devono essere eseguite dalla Direzione dei lavori in contraddittorio con l'Impresa e di esse e dei risultati ottenuti si deve compilare regolare verbale.

Ove trovi da eccepire in ordine a quei risultati, perché, a suo giudizio, non conformi alle prescrizioni del presente Capitolato programma, il Direttore dei lavori emette il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Impresa siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie.

S'intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Impresa rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo, e fino al termine del periodo di garanzia.

**Art.261 Verifiche provvisorie a lavori ultimati**

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte della Committenza, questa ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo. In tal caso,

però, la presa in consegna degli impianti da parte della Committenza dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole.

Le verifiche provvisorie devono essere quindi effettuate a lavori ultimati.

Anche qualora la Committenza non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna le opere prima del collaudo definitivo, essa può disporre affinché, dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori, si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.

È pure facoltà dell'Appaltatore di chiedere che, nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria delle opere e degli impianti abbia luogo.

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge.

L'Appaltatore è tenuto, a richiesta della Committenza, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti alle misure necessarie per:

- le verifiche in corso d'opera,
- la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori,
- il collaudo definitivo.

#### **Art.262 Esame a vista**

·Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che le opere e gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali e particolari relative all'impianto installato. Il controllo dovrà accertare che l'impianto, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

·È opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

·L'Appaltatore è tenuto, a richiesta della Committenza, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti alle misure necessarie per:

- le verifiche in corso d'opera,
- la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori,
- il collaudo definitivo.

### **Titolo 2.3    **DISPOSIZIONI TECNICHE ILLUMINAZIONE PUBBLICA (QUALITÀ DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI - NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI)****

#### **Parte 8    **QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI****

##### **Art.263 Materiale in genere**

•I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere, eccetto quelli di cui appresso è specificata la provenienza, provverranno da quella località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purchè, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e specie e rispondano ai requisiti dettati dal presente Capitolato.

##### **Art.264 Zincatura di profilati in ferro o acciaio**

•La zincatura dei profilati per la costruzione di mensole, gance etc. dovrà essere eseguita mediante immersione in bagno di zinco purissimo, oppure, per le minuterie, col metodo Sherald (il grado di purezza non dovrà essere inferiore al 99%), oppure con vernice a base di zinco puro sciolta in apposito solvente. In questo ultimo caso una mano della vernice suddetta dovrà essere applicata in fabbrica ed una mano dopo la posa in opera.

•Il controllo verrà effettuato con le prove prescritte dalla norma vigente.

##### **Art.265 Verniciatura**

•Tutte le parti in ferro, ad eccezione di quelle zincate, verranno fornite a piè d'opera già colorite con una prima mano di minio o di vernice antiruggine.

•Dopo essere state poste in opera verrà data una seconda mano di vernice antiruggine, previa raschiatura delle parti di cui alla prima verniciatura si presentassero danneggiate ed affiorassero tracce di ruggine.

•Sarà poi passata una mano di vernice antiruggine grigia, o all'alluminio, o allo zinco, come indicato in progetto ovvero a scelta della Direzione dei Lavori. Saranno ugualmente verniciati con minio o antiruggine tutti giunti ed i bulloni che non risultino in acciaio zincato ovvero inox.

##### **Art.266 Sostegni**

•Per la scelta ed il dimensionamento dei sostegni che sorreggano anche linee aeree, di qualsiasi materiale essi siano,

si dovrà scrupolosamente seguire quanto specificato nelle norme vigenti (Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne), per quelli adibiti (Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari).

- Per la scelta ed il dimensionamento dei sostegni dei centri luminosi che non sorreggano linee aeree, di qualsiasi materiale essi siano, si dovrà scrupolosamente seguire quanto specificato nelle norme vigenti (Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari).

#### **Art.267 Pali d'acciaio conici e rastremati**

- Tali sostegni, potranno essere tanto del tipo a stelo unico a diametri rastremati che conici, ottenuti con procedimento di laminazione a caldo, con accentuate caratteristiche di robustezza, elasticità e leggerezza.
- L'acciaio costituente detti sostegni deve essere della migliore qualità, ad alta resistenza, e per le linee aeree avere caratteristiche non inferiori a quanto specificato nelle norme vigenti.
- I sostegni dovranno essere efficacemente protetti contro la corrosione, con particolare attenzione alle parti in diretto contatto col terreno.

#### **Art.268 Materiale elettrico**

- 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.
- Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato Speciale, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.
- Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE.
- Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

#### **Art.269 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti**

I componenti degli impianti elettrici devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1° marzo 1968, n. 186, del D.M. 37/08.

Le caratteristiche dei componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della Telecom Italia;
- alle prescrizioni dei VVF e delle Autorità Locali.

A ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente Capitolato, rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, sono adottate in favore della sicurezza o per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

In particolare saranno soggetti a collaudo in fabbrica i trasformatori di qualunque tipo, ed all'uopo l'impresa dovrà mettere a disposizione i mezzi e le prestazioni necessarie.

#### **Art.270 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro**

Nel caso di appalto-concorso, le ditte concorrenti, nella scelta del materiale elettrico dell'impianto, dovranno tener debito conto quanto prescritto delle vigenti disposizioni di legge e dalle norme CEI in materia antinfortunistica.

#### **Art.271 Cavi e conduttori**

##### **Art.272 Isolamento dei cavi:**

I cavi elettrici che saranno utilizzati per la rete di distribuzione nell'impianto di pubblica illuminazione, sia se collocati interrati entro tubi di protezione che direttamente su letto di sabbia, sia se installati aerei, sospesi a fune di acciaio ancorata ai sostegni, dovranno essere provvisti di una guaina esterna in aggiunta al proprio isolamento. In particolare per la posa interrata devono essere utilizzati cavi idonei nel rispetto delle rispettive norme CEI in relazione alla classe dell'impianto.

##### **Art.273 colori distintivi dei cavi:**

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione.

**Art.274 sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse:**

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei cavi, devono essere scelte tra quelle unificate. La caduta di tensione deve essere contenuta, nelle condizioni ordinarie e particolari previste, entro valori di servizio che non alterino il funzionamento degli apparecchi utilizzatori connessi (si vedano le norme CEI relative al singolo componente utilizzatore). In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, i conduttori in rame non dovranno avere sezione inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup>.

I conduttori di neutro avranno sezione non inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, fatta eccezione per i circuiti trifasi con conduttori in rame di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup> se di rame ed a 25 mm<sup>2</sup> se di alluminio; in tal caso la sezione del conduttore di neutro può essere ridotta alla metà del coinduttore di fase con un minimo di 16 mm<sup>2</sup> se di rame ed a 25 mm<sup>2</sup> se di alluminio.

**Art.275 sezione dei conduttori di terra e protezione:**

la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, devono essere conformi a quanto riportato:

- nelle CEI 64-8 per gli impianti o le parti di essi con tensione non superiore a 1000 V;
- nelle CEI 11-1 per gli impianti o le parti di essi con tensione superiore a 1000 V;

**Art.276 conduttori di rame in genere:**

•Il rame costituente i conduttori di rame, qualsiasi tipo essi siano, deve avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico = 8,89 kg/dm<sup>3</sup>
- Temperatura di fusione = 1083 °C
- Resistività a 20 °C del filo di rame crudo non superiore a 0,0178 ohm mm<sup>2</sup>/m.
- Carico di rottura del filo di rame crudo non inferiore a 38 kg/mm<sup>2</sup>.
- Carico di rottura del filo di rame elettrolitico ricotto non inferiore a 22 kg/mm<sup>2</sup>.
- Il modulo di Young del filo di rame crudo non inferiore a 1,3 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>.
- Il coefficiente di dilatazione termica lineare = 16,8 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>

**Art.277 corda di rame:**

•Per le corde di rame il passo di cordatura dei fili di ciascun o strato deve essere almeno eguale ad otto volte il diametro esterno della corda e non superiore a tredici volte detto diametro. Le corde devono essere esenti da rigonfiature ed i fili dello strato esterno debbono essere ben serrati fra loro.

•La corda deve avere le seguenti caratteristiche:

- Il modulo di Young : E = 0,99 - 1,2 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>.
- Il coefficiente di dilatazione termica lineare: epsilon = 17 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>

**Art.278 corda di lega di alluminio:**

•Per le corde di lega di alluminio vale quanto detto per quelle di rame, in particolare dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico: 2,7 kg/ dm<sup>3</sup>;
- Temperatura di fusione: circa 650 °C;
- Resistività media 0,0235 ohm/mm<sup>2</sup>/m

**Art.279 connessioni rigide:**

Le connessioni per il collegamento delle apparecchiature elettriche e la formazione di sbarre saranno costituite da tondo di rame elettrolitico crudo del diametro non inferiore ad 8 mm; per dette connessioni dovranno essere utilizzati morsetti concentrici in bronzo cadmiato

**Art.280 prese di terra:**

I dipersori degli impianti di terra saranno realizzati con elementi verticali, in particolare: da tubi di acciaio zincato a caldo di diametro esterno non inferiore a 40 mm e spessore minimo di 2,5 mm, da tubi di rame di diametro esterno non inferiore a 30 mm e spessore minimo di 3 mm, profilati di acciaio zincato a caldo od in rame di dimensione trasversale non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 5 mm.

**Art.281 materiale accessorio antifortunistico:**

Detto materiale è costituito essenzialmente dalle targhe monitorie di pericolo, che saranno o in lastra di zinco tranciata a giorno, o disegnate con mascherina sui sostegni a mezzo di minio, e dalle corone spinose costituite da una

reggetta di ferro con su saldati dei pungiglioni ricurvati verso il basso e da un bulloncino per il fissaggio sui ostegni.

## Parte 9 **CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI**

Fanno parte dell'impianto di pubblica illuminazione tutte le opere, quali linee di alimentazione, sostegni ed apparecchiature, destinate in generale a fornire l'illuminazione in aree esterne ovvero a realizzare indicazioni luminose (segnaletica per il traffico, impianti semaforici, insegne pubblicitarie etc..) a partire dal punto di consegna dell'energia elettrica.

In relazione allo schema ed alla tensione di alimentazione, in accordo alle norme vigenti, distinguiamo quattro tipi e cinque gruppi di impianto;

Tipi di impianto:

- Impianto in derivazione: i centri luminosi vengono derivati dalla linea di alimentazione e sono quindi in parallelo tra loro.
- Impianto in serie: i centri luminosi vengono collegati in serie tra loro attraverso la linea di alimentazione.
- Impianto indipendente: la linea di alimentazione è dedicata al solo impianto di pubblica illuminazione.
- Impianto promiscuo: la linea di alimentazione è asservita anche ad altri utilizzatori oltre l'impianto di pubblica illuminazione.

Gruppi di impianto:

- Impianto di gruppo A: alimentazione a bassissima tensione di sicurezza.
- Impianto di gruppo B: impianto in derivazione con alimentazione a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c., con esclusione degli impianti di gruppo A.
- Impianto di gruppo C: impianto in serie con alimentazione a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c., con esclusione degli impianti di gruppo A.
- Impianto di gruppo D: impianto in derivazione con alimentazione a tensione nominale compresa fra 1000V e 6000 V in c.a. .
- Impianto di gruppo D: impianto in serie con alimentazione a tensione nominale compresa fra 1000V e 6000 V in c.a. .

Nel progetto andrà esplicitato il tipo ed il gruppo di appartenenza dell'impianto di pubblica illuminazione, l'impianto potrà essere costituito da porzioni appartenenti a gruppi diversi.

### ***Art.282 Modalità di installazione dei cavi***

A seconda dei casi, dovrà adottarsi una delle seguenti disposizioni, in accordo a quanto previsto dalle norme CEI (Impianti di distribuzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo ed esecuzione delle linee elettriche aeree esterne):

- posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati;
- posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili;
- posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni che siano interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili;
- posa aerea di cavi elettrici, isolati non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi;
- posa aerea di cavi elettrici isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti o fissati ai muri dei fabbricati;

Per la tensione di isolamento dei cavi, sotto guaina o meno, si dovrà far riferimento alle suddette norme CEI, lo stesso dicasi per quanto riguarda la posa dei cavi in relazione a: temperatura di posa, raggi di curvatura, sollecitazioni a trazione, distanze di rispetto.

### ***Art.283 posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati:***

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel seguente modo:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa concordata con la Direzione dei Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire in primo luogo un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere il cavo, od i cavi, senza premere e senza far affondare artificialmente la sabbia;
- si dovrà stendere quindi altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore dei cavi o dell'eventuale tegolo posto a protezione degli stessi per tutta la lunghezza; lo spessore complessivo dello strato di sabbia risulterà pari a 15 cm oltre il diametro del cerchio circoscritto al gruppo di cavi od a questo più lo spessore del tegolo;

- sulla sabbia così posta, qualora non sia stato inserito il tegolo di protezione meccanica, si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro, e con il lato maggiore secondo l'andamento dei cavi, se il cerchio circoscritto ai cavi avrà un diametro inferiore a 5 cm od al contrario in senso trasversale;
- si passerà quindi al reinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a discarica autorizzata il materiale eccedente dall'iniziale scavo;
- l'asse del cavo, quello centrale se più cavi, dovrà ovviamente trovarsi sullo stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni;

per la profondità di posa sarà generalmente seguito il concetto di avere i cavi posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi superficiali per riparazioni ai manti stradali e cunette eventualmente sovrastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino. Di massima si osserverà una profondità minima, misurando sull'estradosso della protezione di mattoni, ovvero dello strato di sabbia per la protezione a tegolo, pari a 50 cm per gli impianti di categoria zero e 1, ad 80 cm per gli impianti di categoria 2, ad 1,2 m per gli impianti di categoria 3; per la definizione delle categorie o classi si veda la norma vigente.

***Art.284 posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili:***

I cavi saranno posati:

- direttamente su ganci, grappe, staffe e mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato di acciaio zincato, ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità, od ancora su mensoline di calcestruzzo armato;
- dovendo disporre i cavi su più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strati successivi pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di 3 cm, allo scopo di assicurare la libera circolazione dell'aria;
- nel caso in cui le canalette di cui sopra non siano a carico della Ditta appaltatrice, quest'ultima dovrà tempestivamente indicarne le caratteristiche, mentre se non diversamente prescritto dall'Amministrazione appaltante, sarà comunque di competenza della ditta appaltatrice soddisfare al fabbisogno di mensole, grappe, ganci, che potranno anche andare a formare rastrelliere di conveniente altezza;
- per il dimensionamento dei supporti e dei mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati etc.) dovrà essere tenuto conto oltre al peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, di massima stabilito intorno a 70 cm, anche tutti i prevedibili carichi aggiuntivi in fase di installazione, manutenzione ed esercizio (dilatazioni termiche, sforzi elettrodinamici).

In casi particolari si potrà richiedere la zincatura a caldo di tutte le parti in acciaio.

I cavi, ogni 150-200 m di percorso dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

***Art.285 posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni che siano interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili;***

- per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto, etc. in cunicoli, intercapedini, sotterranei, etc. valgono le prescrizioni precedenti, con i dovuti accorgimenti;
- per la posa interrata delle tubazioni, vale quanto già detto per l'interramento dei cavi elettrici, in merito a: modalità di scavo, preparazione del fondo di posa (senza l'obbligo della sabbia);
- le tubazioni dovranno risultare con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna;
- il diametro della tubazione dovrà essere non inferiore ad 1,3 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascio;
- per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate;
- il distanziamento fra due successivi pozzetti o cassette sarà stabilito in funzione del tipo, del numero e delle dimensioni dei cavi da infilare. Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima pari a 30 m circa se rettilineo ed a 15 m se con interposta curva.

I cavi non dovranno in nessun caso subire curvature di raggio inferiore a quanto stabilito dalle norme vigenti in relazione alla natura del cavo stesso.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti all'Amministrazione appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, la Ditta appaltatrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc.

***Art.286 posa aerea di cavi elettrici, isolati non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi***

- Per la posa dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le norme vigenti oltre alle eventuali più restrittive indicazioni di altro Ente autorizzato;
- la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (sostegni, mensole, isolatori,

cavi accessori etc.) sarà di competenza della Ditta appaltatrice;

- tutti i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento, etc.) saranno di competenza esclusiva dell'Amministrazione appaltante, in conformità a quanto disposto dal Testo Unico di legge sulle Acque e sugli Impianti elettrici, di cui al RD n.1775 dell'11 Dicembre 1933.

#### **Art.287 Caratteristiche tecniche delle linee**

#### **Art.288 Distanziamenti nelle linee aeree**

In generale occorrerà osservare quanto prescritto dalle norme vigenti; in particolare il franco minimo dei conduttori sul terreno, nelle condizioni più sfavorevoli deve essere almeno di 6 m; tale franco si intende riferito ai conduttori più bassi.

#### **Art.289 Distanziamenti negli impianti di pubblica illuminazione**

#### **Art.290 Distanziamenti dai limiti di carreggiata**

I sostegni, nonché ogni altra parte degli impianti di pubblica illuminazione, devono rispettare le seguenti distanze minime dalla carreggiata stradale, per tutta la loro porzione sotto i 5 m dalla pavimentazione stradale:

1. 0,5 m per le strade urbane dotate di marciapiedi con cordonatura; lasciando sul marciapiede una luce netta di passaggio non inferiore ad 1 m verso il limite della sede stradale; per i marciapiedi di larghezza insufficiente il sostegno andrà installato al limite della sede stradale;
2. 1,4 m per le strade extraurbane e per quelle urbane prive di marciapiedi con cordonatura;
  - distanze inferiori potranno essere adottate solo nel caso che la banchina non ne consenta il rispetto;
  - distanze maggiori dovranno essere adottate nel caso di banchina con ammessa sosta ai veicoli.

#### **Art.291 Altezze sulla carreggiata**

•L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere pari a 6 m; fanno eccezione le lanterne semaforiche, per le quali l'altezza minima viene ridotta a 5 m.

#### **Art.292 Distanziamenti dai conduttori di linee elettriche**

I sostegni, nonché ogni altra parte degli impianti di pubblica illuminazione, devono rispettare le seguenti distanze minime dai conduttori di linee elettriche aeree, considerati sia con catenaria verticale sia inclinata di 30° sulla verticale:

3. m per conduttori in classe 0 ed 1; riducibile a 0,5 m nei centri abitati e nel caso di linee con conduttori in cavo aereo;
4.  $(+ 0,015 U)$  m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV; riducibile a  $(1 + 0,015 U)$  m per le linee in cavo aereo.

#### **Art.293 Sostegni per organi illuminanti e linee di distribuzione in b.t.**

5.I sostegni saranno in acciaio tubolare sia trafilato che saldato, rastremati o conici, le cui caratteristiche risultano dai disegni di progetto, risponderanno alle norme vigenti. Il calcolo e la verifica dei sostegni oltre ad essere conformi a quanto prescritto dalle norme appena citate dovranno essere condotti secondo le norme di legge vigenti in tema di costruzioni delle opere in acciaio e cemento armato.

6.Ogni sostegno, bracci portalampade ed armamento, le cui caratteristiche dovranno essere preventivamente sottoposte all'approvazione della Direzione dei Lavori, dovrà essere staticamente idoneo alla funzione chiamata a svolgere.

7.I sostegni ove non zincati sia internamente che esternamente per immersione a caldo secondo le norme vigenti, dovranno essere forniti a piè d'opera bitumati internamente e verniciati esternamente con una mano di minio di piombo, escluso il tratto di incastro che sarà bitumato.

8.Il diametro minimo alla base dei sostegni dritti o curvi non dovrà essere inferiore a 127 mm; fatta eccezione per le paline, di altezza fuori terra inferiore a 4,70 m, per le quali è ammesso un diametro minimo alla base di 88,7 mm.

9.I sostegni non sottoposti a processo di zincatura, dopo la loro posa in opera, saranno verniciati con due mani di vernice protettiva, la seconda del colore che sarà richiesto dalla Stazione appaltante, quelli zincati saranno verniciati solo se prescritto in progetto.

#### **Art.294 Blocchi di fondazione**

10.I blocchi di fondazione in calcestruzzo, costituenti la base dei sostegni, avranno le dimensioni stabilite in progetto ovvero saranno calcolati sulla base di quanto riportato nelle norme vigenti, valevoli anche per impianti in zona sismica; la composizione dell'impasto sarà conforme alle disposizioni contenute nell'Riferimento non valido.

### **Art.295 Impianti di messa a terra**

11. In generale, l'impianto di dispersione verso terra delle correnti di guasto andrà realizzato in accordo alle norme vigenti per gli impianti con tensione fino a 1000V ed alle CEI 11.8 per gli impianti con tensioni superiori; l'impianto di dispersione relativo ad un sistema di protezione dalle scariche atmosferiche andrà realizzato in accordo alle norme vigenti; gli impianti così realizzati dovranno anche soddisfare le vigenti norme antinfortunistiche .

12. I dispersori degli impianti di terra saranno realizzati con elementi verticali, in particolare: da tubi di acciaio zincato a caldo di diametro esterno non inferiore a 40 mm e spessore minimo di 2,5 mm, da tubi di rame di diametro esterno non inferiore a 30 mm e spessore minimo di 3 mm, profilati di acciaio zincato a caldo od in rame di dimensione trasversale non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 5 mm; in ogni caso, la sezione "A" del dispersore non dovrà essere inferiore a quella così calcolata:

$$13.A = 1/k \cdot (I_2 t)^{1/2}$$

14. dove:

15. A : sezione in mm<sup>2</sup>;

16. I : quota parte della corrente di terra che scorre nel dispersore in ampere;

17. t : tempo di eliminazione del guasto in secondi;

18. k : fattore dipendente dal materiale, e delle temperature iniziali e finali del dispersore (valori tabulati nelle norme CEI).

19. Detti dispersori che saranno affondati nel terreno da un minimo di 1,5 m ad un massimo di 3 m a seconda della resistenza elettrica del terreno dovranno offrire una superficie di contatto col terreno non inferiore a 0,25 m<sup>2</sup> per gli impianti di seconda classe e a 0,5 m<sup>2</sup> per gli impianti di terza classe; al contempo dovranno garantire una resistenza verso terra conforme alle vigenti norme CEI ed antinfortunistiche.

20. I sostegni dei centri luminosi e delle linee aeree dovranno essere collegati elettricamente a terra singolarmente. I collegamenti dei sostegni o delle loro armature con i dispersori andranno eseguiti per mezzo di treccia, corda o piattina di rame di sezione non inferiore a 35 mm<sup>2</sup> disposta ad anello intorno al blocco di fondazione, a profondità compresa fra 0,5 ed 1 m; qualora necessario oltre al dispersore principale potrà essere infisso un ulteriore dispersore verticale, ubicato ad una distanza di almeno tre metri dal primo, entrambi saranno collegati al conduttore costituente l'anello. Detta giunzione deve essere eseguita con morsetti a compressione o a bullone con superficie di contatto di almeno 200mm<sup>2</sup> e bulloni di diametro non inferiore a 10mm in alternativa per i dispersori a tubo con manicotti per tubi.

### **Art.296 Caratteristiche tecniche dell'impianto di illuminazione**

#### **Art.297 Tensione di alimentazione**

21. La tensione nominale per gli impianti in derivazione, scelta in accordo ai valori permessi dalla Norma vigente, dovrà essere inferiore: a 380 V per gli impianti con lampade ad incandescenza ed a 6000 V per quelli con lampade a scarica.

22. La tensione nominale per gli impianti in serie dovrà essere inferiore a 6000 V.

#### **Art.298 Corrente nominale**

La corrente nominale per gli impianti in serie va di preferenza scelta fra i seguenti valori, espressi in Ampere: 1; 6,6; 7,5; 9,6; 20.

#### **Art.299 Resistenza di isolamento verso terra**

In accordo con la Norma vigente, l'intero sistema, all'atto della prima verifica, dovrà presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:

- 0,15 MOhm per gli impianti di gruppo A.
- $2 U_0 / (L+N)$  MOhm per gli impianti di gruppo B,C,D,E.  
dove:  $U_0$  è la tensione nominale dell'impianto verso terra in kV ( si assume pari ad 1 per le tensioni sotto 1kV); L è la lunghezza complessiva della linea di alimentazione in km (si assume pari ad 1 per le lunghezze sotto 1km); N è il numero totale delle lampade alimentate.

#### **Art.300 Caduta di tensione lungo la linea**

In accordo con la Norma vigente, le cadute di tensione lungo la linea di alimentazione, nelle condizioni normali di servizio (a pieno carico e se previsto a carico parzializzato) debbono essere inferiori al 5%.

#### **Art.301 Regolazione della corrente negli impianti in serie**

In accordo con la Norma vigente, negli impianti in serie la variazione della corrente, con tensione di alimentazione che mantiene il valore nominale, da corto circuito a pieno carico, dovrà essere inferiore al 3%; in tutte le altre condizioni

di carico possibili detta variazione dovrà essere contenuta entro il 2%, per una variazione del 10% in più od in meno della tensione di alimentazione.

#### ***Art.302 Perdite nella linea di alimentazione***

In accordo con la Norma vigente, le perdite nella linea di alimentazione nelle condizioni normali di servizio (a pieno carico e se previsto a carico parzializzato) dovranno essere contenute entro i seguenti valori:

- 5% della potenza assorbita dai centri luminosi negli impianti in derivazione indipendenti;
- 10% della potenza attiva assorbita dai centri luminosi negli impianti in serie.

Nei calcoli di verifica occorrerà tener in conto oltre alla potenza nominale delle lampade la potenza eventualmente assorbita dagli ausiliari elettrici.

#### ***Art.303 Perdite nelle apparecchiature di regolazione degli impianti in serie***

In accordo con la Norma vigente, le perdite nelle apparecchiature di regolazione, con i morsetti di uscita dell'apparecchiatura in corto circuito, dovranno essere contenute entro il 3,5% della potenza nominale dell'apparecchiatura stessa espressa il VA.

#### ***Art.304 Fattore di potenza***

Il fattore di potenza dell'impianto, sia nel suo complesso sia per le singole sezioni componenti, non dovrà essere inferiore a 0,9.

#### ***Art.305 Distribuzione dei carichi sulle fasi***

Nelle linee di alimentazione trifase i centri luminosi devono essere derivati ciclicamente sulle fasi, in modo da avere un carico il più equilibrato possibile.

#### ***Art.306 Linee di alimentazione***

Le linee di alimentazione, che saranno realizzate di sezione e composizione rispondenti al progetto, dovranno consentire la parzializzazione dell'impianto onde poter ridurre il numero delle lampade accese durante le ore notturne.

#### ***Art.307 Apparecchi illuminanti***

Gli apparecchi illuminanti devono presentare adeguate caratteristiche di robustezza, di resistenza alla corrosione, di accessibilità e smontabilità per la manutenzione e dovranno essere di gradimento della Direzione dei Lavori.

I dispositivi di fissaggio degli apparecchi ai sostegni dovranno essere adeguati alle sollecitazioni alle quali essi potranno essere soggetti durante l'esercizio, con particolare riguardo alle vibrazioni prodotte dal vento. Dovranno inoltre essere adottati opportuni dispositivi atti ad evitare l'allentamento dei dadi per effetto delle suddette vibrazioni.

L'isolamento elettrico dei suddetti apparecchi illuminanti dovrà essere almeno doppio della tensione di esercizio.

In generale, in relazione al tipo di sostegno ed all'utilizzo, saranno da preferirsi le seguenti tipologie di apparecchi illuminanti:

#### ***Art.308 Armature per sostegni curvi o diritti, per lampade a bulbo fluorescenti od a vapori di sodio***

Il corpo dovrà essere in alluminio anticorrosivo verniciato a fuoco, sia ricavato per fusione che da lastra stampata, oppure stampato in speciali resine poliesteri. Il vano per gli accessori elettrici dovrà avere ampiezza adeguata e sufficiente per contenere tutti i tipi di alimentatori rifasati richiesti per le lampade che possano essere montate nell'armatura stessa.

I riflettori dovranno essere in alluminio purissimo brillantato ed ossidato anodicamente o in vetro, e debbono poter essere agevolmente asportati per facilitare le operazioni di pulizia e manutenzione.

Il rifratore sarà in resine di adeguate caratteristiche, puntinato o prismato, e deve essere resistente sia agli urti che all'invecchiamento; oppure sarà in vetro pressato termoresistente prismato.

Il gruppo ottico deve risultare a chiusura ermetica per ridurre al massimo la manutenzione, e le guarnizioni di tenuta saranno in gomma sintetica antinvecchiante. Le viterie saranno di acciaio inossidabile, quelle esterne, ed in acciaio cadmiato quelle interne, oppure tutte in ottone. La chiusura del gruppo ottico avverrà mediante ganci a leva a scatto in modo da permettere una facile apertura dello sportello, assicurando al contempo l'ermeticità del complesso alla polvere ed all'acqua; per cui non vi dovranno essere fori per l'aerazione ma il raffreddamento dovrà avvenire per conduzione.

L'attacco dell'armatura al sostegno avverrà per mezzo di appositi collari di alluminio con interposte guarnizioni in gomma aninvecchiante per assorbire le eventuali vibrazioni.

L'armatura deve permettere la regolazione e l'orientamento del flusso luminoso, variando la posizione dei riflettori o del portalampe.

Il solido fotometrico, riferito a 1000 lumen dovrà fornire, all'incirca, i seguenti valori:

0°	= 150 Cd
15°	= 175 Cd
35°	= 200 Cd
50°	= 300 Cd
65°	= 400 Cd
75°	= 600 Cd
85°	= 0 Cd
50°	= 300 Cd

Parte 10

**NORME DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - CONSEGNA DEI LAVORI - VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI**

**Art.309 Fornitura e posa in opera dei sostegni**

Subito dopo la consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà provvedere, in base ai disegni consegnatigli dall'Amministrazione, al tracciamento della linea e, di concerto con la Direzione dei Lavori, alla picchettazione dei pali sul terreno.

Nel caso di appalto-concorso i tracciati, a cura dell'appaltatore, dovranno essere riportati su mappe catastali idonee alla bisogna e dovranno contenere tutti gli elementi rappresentativi delle opere da eseguire, saranno quindi presentati alla Direzione dei Lavori per l'approvazione. Prima e durante la picchettazione la Direzione dei Lavori avrà facoltà di apportare al tracciato di progetto, ed alla posizione dei pali, quelle modifiche che all'atto esecutivo riterrà più confacenti alla natura del terreno e tecnicamente ed economicamente più convenienti, senza che per questo l'Appaltatore possa trarne motivo per richiedere compensi o prezzi non previsti nel presente Capitolato.

Approvata la picchettazione dell'impianto dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore procederà alla esecuzione degli scavi per la posa dei conduttori e per i blocchi di fondazione dei sostegni.

Nell'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà adottare tutte le norme di legge perché siano evitati danni a persone o cose e perché il lavoro venga eseguito a perfetta regola d'arte.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere all'allontanamento ed allo spandimento delle materie di risulta nel luogo preventivamente indicato dalla Direzione dei Lavori ovvero al trasporto presso una discarica autorizzata.

All'Appaltatore viene fatto divieto assoluto, pena la demolizione del già fatto, di procedere al getto del calcestruzzo di fondazione prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accertato la dimensione degli scavi eseguiti.

Una volta eseguiti i blocchi di fondazione, l'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura, al trasporto a piè d'opera ed al rizzamento dei sostegni.

Tutti i sostegni di rettilineo dovranno risultare perfettamente allineati e a piombo. Quelli di vertice, qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori, dovranno risultare inclinati rispetto alla verticale per tener conto della freccia elastica dovuta alle sollecitazioni esterne.

La profondità d'infissione dei sostegni dovrà essere conforme a quanto indicato in progetto.

Sarà cura dell'Appaltatore nell'effettuare il tracciamento, che sarà esecutivo solo a seguito dell'approvazione della Direzione dei Lavori, di evitare se possibile vertici superiori ai 30° e di fare in modo che gli attraversamenti con linee elettriche e telegrafiche avvengano sempre sotto un angolo molto prossimo ai 90°.

**Art.310 Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti**

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione appaltante si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente Capitolato Speciale e del progetto.

Le verifiche, come anche esplicitato nel successivo Art.142.7, potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.

Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

**Art.311 Prove dei materiali**

L'Amministrazione appaltante indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi, in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non faranno carico all'Amministrazione appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati con il Marchio di qualità Italiano o equivalenti ai sensi della L. 791 del 18 ottobre 1977.

***Art.312 Accettazione dei materiali***

I materiali dei quali sono stati richiesti i campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte dell'Amministrazione appaltante, la quale dovrà dare il proprio responso entro 7 giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.

La Ditta appaltatrice non dovrà porre in opera materiali rifiutati dall'Amministrazione appaltante, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere.

**Art.313 Collaudo definitivo degli impianti**

Il collaudo definitivo dovrà avere inizio entro il termine di mesi UNO dalla data di ultimazione dei lavori e tutte le relative operazioni dovranno concludersi entro il termine di mesi sei dalla stessa.

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti e i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Progetto esecutivo e nel presente Capitolato Speciale, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori.

Si dovrà procedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto.

In particolare, nel collaudo definitivo dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- che siano state seguite le norme tecniche generali del presente Capitolato;
- che gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e alle preventive indicazioni, inerenti lo specifico appalto, precisate dall'Amministrazione appaltante nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché risultino confermate, in caso di appalto-concorso, nel progetto-offerta della Ditta aggiudicataria e non siano state concordate modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, in base a quanto indicato e, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- inoltre, nel collaudo definitivo dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria.

Anche del collaudo definitivo sarà redatto regolare verbale.

Nei paragrafi che seguono si riportano le prove più significative da effettuare in sede di collaudo; l'Amministrazione appaltante potrà richiedere comunque ulteriori prove al fine di verificare la rispondenza degli impianti e dei lavori a quanto precedentemente specificato.

**Art.314 Esame a vista**

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferentesi all'impianto installato. Il controllo deve accertare che il materiale elettrico utilizzato, sia conforme alle relative Norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- verifica dei distanziamenti delle linee elettriche esterne;
- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

È opportuno che tali esami inizino durante il corso dei lavori.

**Art.315 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione**

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

### **Art.316 Misura della resistenza di isolamento**

La misura va effettuata, in accordo alle norme vigenti, tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi a terra, con l'impianto predisposto per il normale funzionamento, ossia con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti; le eventuali messe a terra di funzionamento debbono essere scollegate durante la misura. Eventuali circuiti non metallicamente connessi con quello oggetto di prova saranno oggetto di misure separate; il secondario degli ausiliari elettrici degli apparecchi di illuminazione non sarà oggetto di misura.

Le misure effettuate con l'impiego di un ohmmetro in grado di fornire una tensione continua non inferiore a 500 V per gli impianti di gruppo A-B-C e non inferiore a 1500 V per quelli di gruppo D-E, dovranno garantire i risultati di cui all'Art.142.6 del presente capitolato; per la definizione di gruppo di impianto si veda la norma vigente.

### **Art.317 Misura delle cadute di tensione per gli impianti di derivazione indipendenti**

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di comando dell'impianto di illuminazione e i centri luminosi più lontani; si inseriscono un voltmetro tra i morsetti dell'apparecchiatura di comando ed un altro nel secondo punto prescelto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione). La misura va effettuata in condizioni regolari di esercizio, ossia alimentando tutti gli apparecchi di illuminazione

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

### **Art.318 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi**

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

### **Art.319 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti**

•Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra per gli impianti di distribuzione dell'energia elettrica, secondo le modalità delle norme vigenti.

•Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del DPR 462/2001 va effettuata la denuncia degli stessi all'ISPESL, all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti,, o allo Sportello Unico per le attività produttive (dove attivo) a mezzo dell'apposito modulo.

•Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorre inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto non sarà inferiore a 40m. La sonda di tensione verrà spostata progressivamente dal dispersore in prova verso l'ausiliario fino a quando per piccoli spostamenti non corrispondano Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
- controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale;
- misure delle tensioni di contatto e di passo.

### **Art.320 Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo degli impianti**

•Per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo degli impianti si osserveranno le seguenti regole comuni:

- Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza), siano conformi a quelle previste nel presente Capitolato Speciale d'appalto e cioè a quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.
- Qualora le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate a quando sia possibile disporre di corrente d'alimentazione avente tali

caratteristiche, purché ciò non implichi dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore a un massimo di 15 giorni.

- Nel caso vi sia al riguardo impossibilità dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione appaltante non intenda disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, potranno egualmente aver luogo sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo. Il Collaudatore, tuttavia, dovrà tenere conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione rispetto a quelle contrattualmente previste secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.
- Per le verifiche in corso d'opera, per quella provvisoria a ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo, la Ditta appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere per ciò accampare diritti a maggiori compensi.
- Se in tutto o in parte gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà all'Amministrazione appaltante provvedere a quelli di propria competenza qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria a ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

**Art.321 Livellamento e spianamento del terreno**

- Il lavoro consiste nella eliminazione degli avvallamenti e di ogni asperità, con asporto totale di tutti i materiali risultanti in eccedenza e di quelli di rifiuto, anche preesistenti, a cura e spese della ditta appaltatrice che deve provvedere, altresì, a reperire i luoghi di scarico, qualora questi non siano indicati dalla Direzione dei lavori. Il lavoro deve essere eseguito a mano o con mezzi meccanici, secondo la situazione degli appezzamenti e, in ogni caso, curando che vengano assolutamente rispettate le piante (compreso il loro apparato radicale) ed i manufatti esistenti sul posto. Al termine del lavoro, la superficie dovrà risultare perfettamente livellata in relazione alle quote fissate dalla Direzione dei lavori.

**Art.322 Concimazione del terreno**

- La concimazione può essere fatta col letame o con altre materie organiche e con concimi chimici, da interrarsi come il letame o da distribuire in copertura

- 
- **I** Concimazione con letame o oltre materie organiche con o senza integrazione di concimazione chimica. Il concime, nelle quantità e qualità, stabilite, dovrà essere distribuito uniformemente sul terreno ed interrato con la lavorazione. Se il concime verrà fornito dall'Amministrazione occorrerà prevedere se il trasporto sarà a carico dell'impresa; in tal caso occorrerà indicare il luogo ove il concime sarà prelevato e le modalità del prelevamento. Se invece il concime dovrà essere fornito dalla ditta appaltatrice, si dovrà specificare le qualità del letame, se di cavallo, di ovini o bovini ed i quantitativi. Il letame di maiale contiene scarsi elementi nutritivi e potrà essere utilizzato quando se ne disponga in abbondanza o non si abbia altro di meglio. Il letame dovrà essere ben maturo e non dovrà avere perdute le sostanze nutritive per avvenuto dilavamento o disseccamento. Il letame dovrà essere sparso sul terreno nello stesso giorno del prelevamento dalla concimaia e subito interrato, con la lavorazione, per evitare che si prosciughi disperdendo nell'aria il suo contenuto di ammoniaca. Qualora, per ragioni riconosciute dalla Direzione dei lavori ciò non sia possibile, il letame, si dovrà scaricare sul terreno in grossi mucchi e distribuirlo, sul terreno stesso, soltanto all'atto dell'interramento. La durata della permanenza dei detti mucchi sul terreno dipende dall'andamento stagionale e dalla temperatura. È importante che il letame non si asciughi. All'occorrenza si potranno spruzzare i mucchi con acque o coprirli con stuoie, arelle, frasche, paglia o quant'altro si abbia disponibile per proteggere i mucchi dai raggi del sole.
- Gli altri concimi organici: corna e unghie macinate, cuoiattoli, cascami di lana, ecc. vanno interrati con la vangatura o con l'aratura, previa regolare distribuzione sul terreno delle quantità prestabilite.
- **II** Concimazione chimica; i concimi chimici non prontamente solubili e assimilabili devono essere incorporati al terreno. Quando ne è consentita la mescolanza possono essere distribuiti ed interrati insieme al letame. Quando si vogliono distribuire sul terreno più concimi chimici può essere utile, per risparmiare tempo nella loro distribuzione, mescolarli preventivamente, sempre che la mescolanza sia consentita dalla loro natura chimica.
  - I concimi chimici prontamente solubili ed assimilabili, come il nitrato di calcio e di soda, si distribuiscono generalmente "in copertura" spargendoli uniformemente sul terreno secondo le norme stabilite nel capitolato d'appalto o dalla direzione dei lavori. Poiché il potere assorbente del terreno è basso per i nitrati, questi concimi vanno somministrati o piccole dosi e frequentemente, onde evitare che il concime venga dilavato dalle acque irrigue o piovane. Si userà il nitrato di soda per le piante ossifile (calcifughe) e nei terreni basici o calcarei e il nitrato di calcio per le piante anossifile (calcicole) e nei terreni acidi. Alle piante in vaso si somministrano, sciolti nell'acqua d'innaffiamento, all'uno per mille, con frequenza settimanale, durante il periodo di sviluppo della pianta che sarà determinato secondo le specie delle piante da trattare. Alle aiuole e ai prati verdi, i nitrati di soda e di calcio, si daranno in copertura, in ragione di 4 grammi per metro quadrato, con frequenza quindicinale, sempre durante il periodo di sviluppo delle piante. Nelle aiuole, dopo lo spargimento del concime sarà utile una leggera zappatura per incorporare il concime nel terreno, ed impedire che venga dilavato da eventuali forti piogge. Nei prati si può favorire la soluzione del concime e la sua penetrazione nel terreno con una leggera spruzzata d'acqua ben polverizzata. In mancanza, la distribuzione del concime si può fare nelle tarde ore del pomeriggio per beneficiare dell'umidità della notte che discioglierà il concime, almeno in parte.
  - Il solfato ammonico è un concime fisiologicamente acido, da impiegarsi per le piante ossifile, nei terreni basici o calcarei e nei terreni molto permeabili. Affinché l'azoto divenga assimilabile deve nitrificare; pertanto è preferibile somministrarlo alla vangatura, in ragione di 25 grammi per metro quadrato.
  - La calciocianamide si impiega per le colture anossifile, nei terreni poveri di calce e nei terreni acidi. A causa della causticità della calce, che contiene nella misura del 45% circa, dopo il trattamento si deve attendere qualche tempo per seminare o piantare. Si somministra alla vangatura, in ragione di 25 gr. per mq.

- L'urea è composta di azoto, idrogeno, ossigeno e carbonio; non apporta quindi elementi estranei alla composizione chimica delle piante che possano inquinare, in alcun modo, il terreno. La sua azione è più lenta del solfato ammonico ma si prolunga maggiormente nel tempo. La reazione è debolmente basica. Va data alla vangatura in ragione di gr10 15 per mq.
- Tra i concimi fosfatici è preferibile, per le piante ornamentali il perfosfato d'ossa. Si somministra alla vangatura in ragione di 25 gr per mq.
- Le scorie Thomas si possono usare nel rifacimento dei prati somministrandole in ragione di 100 gr per mq. Poiché contengono molta calce non sono adatte ai terreni calcarei, né alle piante ossifile, né alle piante bulbose. Il loro impiego è invece utile nei terreni acidi e nei terreni poveri di calce.
- Tra i concimi potassici daremo la preferenza al solfato e cloruro potassico, entrambi fisiologicamente acidi. Il primo è da impiegarsi nei terreni anche lievemente argillosi o poveri di calcare, il secondo nei terreni calcarei. Dopo la concimazione col cloruro potassico, prima di piantare o seminare, bisogna attendere qualche tempo irrigando, almeno una volta, il terreno. Le dosi vanno da 15 a 30 gr per mq; ne beneficiano particolarmente le piante legnose e le piante da fiore per la maggiore resistenza che conferiscono allo stelo.
- Il fosfato biammonico è tra i concimi complessi quello più usato nelle coltivazioni ornamentali. Contiene circa il 50% di anidride fosforica solubile e circa il 20% di azoto ammoniacale. Si dà alla vangatura in ragione di 15 grammi per mq o si incorpora ai terricci, qualche giorno prima dell'invasatura, in ragione di 400 grammi per metro cubo. In caso di necessità si può dare anche in copertura, alla dose di 10 grammi per mq con le stesse modalità indicate per il nitrato di calcio.
- Solfato di ferro; difficilmente il ferro manca nel terreno ma frequentemente esso viene insolubilizzato specialmente da un eccesso di calcare finemente suddiviso. Si dà sciolto in acqua al 4 per mille o incorporandolo al terreno in ragione di 20 gr per mq..

### **Art.323 Semina**

- Quando parliamo di semina, in un capitolato speciale per lavori di giardinaggio, si intende semina dei prati.
- Se il seme dovrà essere fornito colla ditta appaltatrice, si dovrà prescrivere che la germinabilità non sia inferiore al 95% e la purezza non inferiore al 98%. Dovrà essere esente da semi di infestanti difficili da eliminare quali gramigne, cuscuta, Cyperus, panicastelle (Setaria glauca e italica viridis) e panichi (Panicum sanguinale, ischaemum e debile). Il seme dovrà essere distribuito sul terreno, appositamente preparato, uniformemente e nella quantità prescritta per metro quadrato. Per ottenere una regolare distribuzione dei semi molto piccoli occorrerà mescolarli accuratamente con sabbia fine, subito dopo la semina, il seme dovrà essere interrato battendolo col rastrello. A tal uopo il rastrello, tenuto in mano dall'operaio, viene mosso con movimento verticale dall'alto al basso e viceversa. Nella fase in cui il rastrello si trova in alto avverrà uno spostamento orizzontale all'indietro in modo che, con tali spostamenti, il lavoro avanzi. Dopo interrato il seme si dovrà innaffiare subito.
- Qualora l'appezzamento venisse infestato dalle formiche, che porterebbero via il seme, si dovrà trattare il seminato con una soluzione di Formiclor al 2% od altro preparato contro le formiche. Se tale trattamento non fosse stato eseguito in tempo e le formiche avessero asportato il seme, si dovrà provvedere a nuova semina come indicato all'Art.157. Al collaudo si dovrà pretendere che le erbe del prato coprano regolarmente il terreno senza che risultino punti di addensamento o di diradamento, nel quale ultimo caso si pretenderà la risemina.

### **Art.324 Risemine**

- Nei prati accade spesso che si riscontrino delle fallanze dovute a varie cause. Il più delle volte l'erba perisce o per l'adugiamento o per il calpestio. Se il prato non è di vecchia formazione si può eseguire una risemina, senza vangare il terreno, lavorandone la superficie col rastrellone o denti aguzzi, con movimento di avanti e indietro, tenendo i denti perpendicolari al terreno più che è possibile, ed esercitando una forte pressione con la broccia sul manico del rastrellone, in vicinanza del corpo lavorante. Sul terreno, così smosso, si semina e si innaffia subito. Si adottino le misure prescritte nell'articolo precedente per quanto riguarda le formiche.

### **Art.325 Apporto di terreno da giardino**

- L'apporto di terra nei giardini si fa o per colmare delle depressioni o per formare delle aiuole o per cambiare del terreno inadatto alle colture che vogliono praticare. Per terra da giardino si intende un terreno di medio impasto prelevato dallo strato attivo di appezzamenti coltivati o prativi, esente da materiali sterili e grossolani (pietrame, frammenti di tufo, calcinacci e qualsiasi altro materiale inadatto alle colture) e da rizomi, bulbi, semi di piante infestanti. Per le prescrizioni relative a queste ultime si fa richiamo all'Riferimento non valido.
- Lo terra dovrà essere scaricata con le modalità e nel luogo che sarà indicato dalla Direzione dei lavori e dovrà essere sparsa fino a raggiungere i piani di livello che saranno indicati dalla Direzione dei lavori stessa.
- Se la terra dovrà servire per la formazione di aiuole oppure per sostituire altra terra inadatta alle coltivazioni, dovrà essere accuratamente scelta e provenire dallo strato più superficiale (non oltre 30 cm di profondità). Si pretenderà anche una maggiore purezza della terra, che dovrà provenire possibilmente da terreni umiferi, con una percentuale di materia organica superiore a quella indicata appresso.

•Caratteristiche della terra richiesta:

- 1 terreno di medio impasto, caratterizzato da giusta proporzione tra i vari componenti (argilla -limo sabbia) senza che nessuna di essa prevalga sugli altri. In tale tipo di terreno l'argilla deve aggirarsi su valori compresi tra il 20/30%, la sabbia tra il 50/60%, ed il limo tra il 25/35%. Lo scheletro deve essere assente od al limite raggiungere il 10% del totale in peso, intendendosi per scheletro tutti quei componenti non terrosi che superano i 2 cm. di diametro. Il pH dovrà essere tendente al neutro (da 6,5 a 7);
  - 2 sostanza organica del terreno, espressa in humus, deve essere entro i limiti consentiti ed accertati dalla D.L. e comunque non inferiore al 2% in peso;
  - 3 profondità massima di prelievo della terra in oggetto, non dovrà superare i 50 cm di terreno lavorativo, dando la preferenza ai terreni coltivati a prato stabile od a medicaio. Sono esclusi tutti i terreni derivanti da opere di urbanizzazione con scavi profondi di fondazione, o di scavo di nuovi canali di bonifica o di opere di canalizzazione fognarie o simili;
  - 4 Appaltatore dovrà far pervenire, a proprie spese, prima della fornitura, un campione sigillato della terra ordinata che dovrà avere tutti i requisiti chimico-fisici di cui ai punti 1) e 2);
  - 5 qualora la terra fornita non rispondesse ai requisiti sopraccitati, dovrà essere allontanata immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituita con quella idonea.
- Modalità di misura e di valutazione:
- La fornitura di terra sarà valutata a m3 misurando di volta in volta le esatte dimensioni del mezzo impiegato per il trasporto o come indicato in ciascun corrispondente articolo dell'elenco prezzi.

### **Art.326 Correzione della struttura fisica dei terreni**

- Si possono avere dei terreni poco adatti alla coltivazione, essendo eccessivamente argillosi o eccessivamente sabbiosi. Per correggere questi terreni si possono fare delle colmate artificiali scaricando sabbia sui terreni argillosi e argilla o terre forti sui terreni eccessivamente sabbiosi. Non è il caso di parlare delle colmate naturali perché non ricorrono nel campo del giardinaggio. Al caso il lettore potrà ricorrere ai testi di agronomia. Per le caratteristiche della terra di colmata si farà riferimento alle norme dell'Art.158 "**Apporto di terra da giardino**".
- Un terreno, pur essendo costituito prevalentemente da sabbia, può avere tutte le caratteristiche di un terreno fortemente argilloso, se l'argilla che contiene, sia pure in basse percentuali, si trova allo stato colloidale. Il miglior rimedio, per questi terreni, sono le abbondanti letamazioni e ripetute lavorazioni.
- Letamazioni e lavorazioni sono utili anche per i terreni argillosi, sole letamazioni per i terreni sabbiosi perché il letame è una panacea che conduce tutti i terreni verso il medio impasto.
- Nel capitolato si dovranno stabilire le modalità per lo spargimento della terra e le quote che dovrà avere la superficie del terreno a colmata finita. Si faranno poi ripetute lavorazioni per mescolare gli strati del terreno ed attenuarne, se non eliminarne completamente, i difetti.

### **Art.327 Correzione della reazione chimica dei terreni**

- Sappiamo dall'agronomia che per la buona riuscita delle colture la reazione chimica dei terreni deve essere pressoché neutra. Il pH del terreno deve essere quindi intorno a 7. I terreni basici si correggono col gesso agricolo o col gesso fosfatato. Se la basicità è lieve potranno servire, come correttivi, i concimi fisiologicamente acidi come il perfosfato minerale, solfato ammonico, cloruro potassico, solfato potassico e solfato di ferro e, principe fra tutti, il letame.
- La basicità generalmente è dovuta ad un eccesso di calcare il quale, insolubilizzando il ferro, rende le piante clorotiche.
- Nei terreni acidi, oltre al danno dell'acidità, si aggiunge anche la mancanza del calcio. Il correttivo è la calce; al posto di queste si può usare utilmente la calciocianamide che, oltre ad apportare circa il 45% di calce attiva, apporta anche il 18 20% di azoto sotto forma cianamidica ad azione lenta e graduale. Possono essere impiegate anche le scorie Thomas che, oltre al contenuto del 35 55% di calce, apportano circa il 18% di anidride fosforica e dal 12 al 18% di ossido ferroso e sesquiossido di ferro.
- Per avere un dato certo sui quantitativi dei correttivi, da somministrare ai terreni, è bene procedere conoscendo il PH del terreno stesso, facilmente determinabile anche con apparecchietti, in vendite, poco costosi.
- I correttivi vanno sempre interrati con l'aratura.

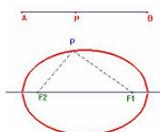
### **Art.328 Impianto di aiuole**

- Si dovrà vangare il terreno affondando la vanga fino alla staffa, secondo le norme dell'Riferimento non valido "**Vangatura del terreno**", ma con cura particolare specialmente per quanto riguarda l'espurgo delle materie inerti e delle erbacce. Poi si spanderà il letame e gli altri concimi prescritti e si rivangherà nuovamente per interrare il tutto secondo le norme dell'Art.155 "**Concimazione del terreno**". Se si dovrà contornare l'aiuola con una bordura di piante vivaci, si procederà alla piantagione osservando le linee e l'equidistanza che saranno state indicate dalla Direzione dei lavori e le prescrizioni dell'Art.162 "**Piantagione di aiuole**".

## Art.329 Piantagione di aiuole

### I Generalità

- La piantagione delle aiuole dovrà essere eseguita a regola d'arte ed in maniera che le piante siano impiegate in modo da ottenere il miglior effetto estetico. Si dovrà adottare una particolare tecnica nella disposizione delle piante, nella piantagione, nell'accostamento dei colori e delle varie forme, al fine di ottenere un effetto armonico gradevole. Si dovranno adottare le particolari disposizioni appropriate sia che si tratti di piantagioni di aiuole o di prode, sia che si tratti di decorazioni isolate od a contorno di monumenti. Nelle aiuole le piante da fiore dovranno essere poste a giusta distanza, le une dalle altre, tale che non si danneggino per eccessiva vicinanza né che si renda visibile troppo terreno scoperto per eccessivo intervallo tra una pianta e l'altra. Per tale giudizio sarà tenuto presente l'accrescimento naturale delle piante nei mesi immediatamente successivi a quello della piantagione.
- Prime della piantagione il terreno dovrà essere accuratamente vangato, interrando anche i concimi, come prescritto all'Riferimento non valido, e mondato dalle cattive, erbe e da qualsiasi altra materia inadatta alla vegetazione (Riferimento non valido). Il terreno dovrà essere sistemato in superficie con la dovuta baulatura, dal centro verso il perimetro dell'aiuola, per lo scolo dell'acqua, ma principalmente per l'effetto estetico della fioritura. Se si tratta di fasce fiorite la pendenza sarà unica verso il prospetto della fascia. Le piante saranno collocate alla distanza stabilita dalla Direzione dei lavori in modo che, raggiunto il loro sviluppo, l'apparato fogliare copra uniformemente il terreno.
- Preparato il terreno dell'aiuola (vangato e rastrellato) si disegneranno sul terreno, con un picchetto, le file ove dovranno essere collocate le piante. Se l'aiuola è quadrata o rettangolare non sembra che sorgano problemi per la distribuzione delle piante nell'aiuola. Se l'aiuola è circolare si pianta un picchetto al centro e vi si infila il cappio fatto all'estremità di uno spago. Avvolgendo l'altra estremità dello spago ad un altro picchetto si avrà costruito un compasso campestre col quale si potranno disegnare quanti cerchi si vogliono. Se l'aiuola è ovale si pianta un picchetto in ciascuno dei due fuochi dell'ovale e vi si infilano i cappi fatti a ciascuna delle estremità di uno spago. Facendo scorrere un terzo picchetto lungo lo spago, tenuto molto lasco, si ottiene l'ovale. Riducendo la lunghezza dello spago si otterranno gli altri ovali concentrici.



Dato il segmento  $AB$  di misura  $k$  si considera un punto  $P$  di  $AB$  e si definiscono i segmenti  $AP$ ,  $PB$ .

Si considerano le due circonferenze di centri  $f_1$ ,  $f_2$  e raggi  $AP$  e  $PB$ .

I punti di intersezione (due se  $k > f_1 f_2$ ) appartengono ad un'ellisse di fuochi  $f_1$  e  $f_2$ .

Segnate così le file, ove dovranno essere collocate le piante, si riporterà su una bacchetta la misura dell'intervallo stabilito tra pianta e pianta. Con questa bacchetta si riporterà l'equidistanza delle piante su ciascuno degli ovali per indicare il posto di ciascuna pianta. Difficilmente la misura potrà essere riportata un numero intero di volte, ma non si tratta di una costruzione, spostando di poco alcune piante si ovvierà all'inconveniente. Si procederà quindi alla piantagione predisponendo delle tavole, su cui camminare, per non calpestare il terreno lavorato. Si inizierà la piantagione dal centro procedendo verso la periferia. Tenere presente che la fila di piante adiacente al bordo dell'aiuola dovrà distare, da questo, circa la metà dell'equidistanza tra le altre file.

Per quanto riguarda le modalità della piantagione si possono dare tre casi: le piante da piantare nell'aiuola sono in topa, le piante sono in vaso ma si devono svasare, le piante si collocano nell'aiuola col vaso.

### II Le piante sono in topa

Si scaverà col trapiantatoio (sgorbia) una buchetta profonda almeno quanto la lunghezza delle radici della pianta, che dovrà essere collocata nella buchetta, con le radici rivolte verso il basso. Il colletto della pianta sarà tenuto a fior di terra (fondo della sconcatura). Se le radici saranno troppo lunghe, si spunteranno con la forbice da giardiniere. Si ricoprirà la buchetta con terra che si calzerà, intorno alla pianta, premendo con le mani. Con le mani stesse, o col trapiantatoio, si formerà intorno alla pianta una piccola sconcatura per migliorare l'assorbimento dell'acqua di innaffiamento. Terminata la piantagione si innaffierà con un getto di acqua a ventaglio molto fine, evitando di colpire direttamente il terreno per non distruggere le sconcature ed evitare la formazione della crosta. Vedere anche Riferimento non valido III.

### III Piante in vaso da svasare

Si distribuiscono le piante sull'aiuola, come indicato al capo 1. Per eseguire la piantagione l'operaio sposterà la pianta e scaverà la buca col trapiantatoio. Poi, facendo passare la chioma della pianta tra l'anulare e il medio della mano sinistra, rovescerà il vaso. Con l'altra mano darà un colpo deciso sul fondo del vaso che farà staccare il pane di terra dal vaso permettendo di svasare la pianta. Se la fognatura non è costituita da materiali organici deperibili, bisogna toglierla mettendola dentro al vaso vuoto, evitando di spargerla sul terreno. La pianta deve essere piantata col colletto a fior di terra (fondo della sconcatura). Dopo ricoperta la buca, calzato il terreno con leggera pressione delle mani, si formerà una piccola sconcatura intorno alla pianta e si innaffierà (ved. anche Riferimento non valido III). I vasi saranno raccolti, senza far cadere la fognatura che contengono, mettendoli uno dentro l'altro, per trasportarli al deposito.

#### **IV Piantagione col vaso**

Si pratica quando si piantano piante vivaci, da recuperare a fioritura terminata.

Se si tratta di piante coltivate in terricci speciali, quali le azalee, bisognerà avere l'avvertenza di tenere il bordo del vaso un centimetro fuori terra in modo che la terra dell'aiuola non possa entrare nel vaso inquinando il terriccio nel quale è coltivata la pianta. Evidentemente non si farà la sconatura per trattenere l'acqua ma occorrerà un maggior tempo per innaffiare. Il piano passante per il bordo del vaso dovrà essere parallelo al piano del terreno nel luogo dei punti di insistenza della pianta. Qualche volta potrà essere necessario aumentare leggermente l'inclinazione della pianta verso il viale o piazzale per ottenere un migliore effetto estetico dalla composizione dell'aiuola.

Per le prescrizioni relative all'innaffiamento vedere le norme dell'Riferimento non valido "**Appalto per l'innaffiamento dei giardini**".

#### **Art.330 Trattamenti con erbicidi**

Vi sono erbicidi totali ed erbicidi selettivi. I primi si usano nei viali e piazzali, i secondi nei coltivati. Nel campo del giardinaggio non è molto pratico l'impiego di erbicidi selettivi salvo che si debba affrontare un'invasione di determinate infestanti per le quali esista il diserbante selettivo specifico. In questo caso l'erbicida si dovrebbe dare con pompa irroratrice munita di spillo polverizzatore. Il trattamento va fatto in giornate senza vento perché questo potrebbe portare l'erbicida su altre piante sensibili che rimarrebbero danneggiate. Comunque noi non siamo favorevoli a questo metodo di lotta alle infestanti perché le piante ornamentali sono innumerevoli e, non poche di esse, molto delicate cui l'erbicida potrebbe causare danni notevoli.

Gli erbicidi totali si impiegano per distruggere le male erbe nei viali e piazzali. Si danno generalmente in soluzione acquosa. L'operazione è molto delicata perché le acque di pioggia potrebbero trasportare l'erbicida sul terreno coltivato e causare gravi danni alle colture. occorre quindi assicurarsi che le linee di massima pendenza dei viali non conducano a terreni in coltivazione, occorrerà anche molta attenzione verso gli alberi insistenti sui viali e piazzali. Alcuni di essi sono sensibili, per esempio il cipresso è sensibile al clorato di potassa, il pino meno. Forse questa differente sensibilità può dipendere dal diverso sistema dell'apparato radicale. Bisognerà quindi, come misura prudenziale, non trattare sotto la proiezione orizzontale della chiome degli alberi, facendo eccezione per le piante a chioma conica o fastigiata, per le quali il franco dovrà essere alquanto allargato. Comunque, per eseguire questi trattamenti, occorre personale specializzato che conosca la sensibilità delle diverse specie di piante verso i prodotti che vengono impiegati. Si consiglia quindi, all'occorrenza, di far eseguire il lavoro ad una ditta specializzata che assume la responsabilità degli eventuali danni, che potrebbero derivare, da errori commessi durante il trattamento.

#### **Art.331 Trattamenti di disinfezione e disinfezione**

##### **I Generalità**

Nella composizione delle miscele da irrorare la ditta dovrà attenersi scrupolosamente ai prodotti e alle relative percentuali stabilite nel capitolato d'appalto o dalla Direzione dei lavori, la quale stabilirà anche i giorni e le ore in cui si eseguiranno i trattamenti. I trattamenti inquinanti saranno eseguiti nelle ore notturne. Ma nelle alberature stradali, fiancheggiate dalle abitazioni, specialmente d'estate, ciò non sarà possibile, bisognerà ricorrere ai trattamenti non inquinanti sostituendo, per esempio, i derivati del piretro agli esteri fosforici.

La ditta appaltatrice dovrà eseguire le irrorazioni con macchine di potenza adeguata al particolare lavoro da svolgere. Ad irrorazione eseguita il fusto e le foglie delle piante trattate dovranno essere completamente bagnate, le foglie anche nella pagina inferiore.

Qualora l'appalto abbia un rapporto continuativo, la ditta dovrà eseguire il trattamento non più tardi di 24 ore dopo la richiesta, che potrà essere fatta anche con fonogramma, del quale farà fede il registro di protocollo della stazione appaltante.

##### **II Alberature**

Per il trattamento di piante d'alto fusto occorrerà usare macchine che siano in grado di mandare il liquido almeno qualche metro sopra l'altezza dell'albero (dai 35 ai 40 metri). Occorreranno quindi degli atomizzatori dotati di motori di potenza non inferiore ai 70 HP, con turboelica e convogliatore diretto (senza curve) a grande volume d'aria e velocità capaci di spingere il liquido, spruzzato dagli ugelli, all'altezza necessaria per ben compiere il lavoro.

#### **Art.332 Dicespugliamento**

Si mette in atto quando si voglia trasformare un terreno incolto coperto da rovi, cespugli e arbusti di nessun valore.

- I Se si vuol percorrere la via più economica e se si può farlo, in relazione alla località e alla stagione, si dà fuoco al soprassuolo avendo avuto cura di formare delle roste parafuoco, disposte lungo il perimetro dell'appezzamento da bruciare. Se l'appezzamento è grande, si potrà dividerlo con delle roste disposte perpendicolarmente alla direzione del vento. Se ci si trova in zona ove i venti sono costanti si potranno disporre le roste solo lungo i lati sotto vento, lasciando di guardia un'autobotte lungo gli altri lati, sempre che vi siano almeno delle piste, lungo le

quali l'autobotte possa circolare, larghe almeno 4 5 metri, per impedire la propagazione del fuoco ad altri appezzamenti. L'autobotte dovrà avere una portata di 4 5 metri cubi, a getto potente, con lunghi tubi, per poter meglio governare il fuoco, il quale non è mai avaro di sorprese. Si darà fuoco sopra vento, a poca distanza dalla rosta sotto vento, così il fuoco raggiungerà presto la rosta e si spegnerà senza formare un immenso focolare che potrebbe divenire pericoloso. Se il fuoco non si sarà propagato nella direzione opposta a quella del vento, si accenderà ancora il fuoco sopra vento, a poca, distanza dal terreno già bruciato; quando il fuoco raggiungerà il terreno già bruciato si spegnerà. Si accenderà ancora il fuoco sopra vento e così via finché non si avrà bruciato l'intero appezzamento. Così sgombrato il terreno, si dovrà dissodarlo, sradicando ciocchi e radici. Questo lavoro potrà essere eseguito con macchine pesanti e potenti (i ciocchi aumenteranno molto la resistenza) in grado di scassare il terreno almeno fino a 60 cm di profondità. I ciocchi e le radici saranno raccolti ed asportati per utilizzarli oppure si bruceranno sul campo.

- II Se sul terreno da dicespugliare si trovano soltanto piante non legnose quali: rovi, canne, cannuce, ecc., si potranno bruciare come indicato al cap. I. Per l'estirpazione delle radici basterà eseguire una lavorazione profonda 40 50 cm, per la quale sarà sufficiente un trattore della potenza di 40 50 cavalli.
- III Il lavoro di dicespugliamento può essere fatto anche a mano, tagliando tutti gli sterpi al colletto, ed asportandoli dal campo o bruciandoli sul campo stesso, accendendo molti fuochi. Così facendo non saranno necessarie le roste né disporre dell'autobotte. La lavorazione del terreno si farà come indicato al capo II.
- IV Eseguito il lavoro, secondo uno dei metodi dianzi descritti, sarà bene, prima di dare al terreno la sua sistemazione definitiva, attendere che le parti di piante ancora vitali ed i semi rimasti nel terreno, vegetino. Sarà così possibile, passando con le zappe o con la sarchiatrice, rimondare il terreno dai rinaticci. L'operazione di rimonda dovrà essere proseguita nel tempo perché, se abbandonata, il terreno potrebbe nuovamente infestarsi.

### **Art.333 Fornitura di piante**

#### **I Generalità**

Nella fornitura di piante è sempre necessario far presentare un campione altrimenti, col solo esame della descrizione delle piante e dei prezzi, non si ha la possibilità di individuare quale sia la migliore offerta. La presentazione dei campioni è anche necessaria per evitare possibili contestazioni. Il campione può essere costituito da una pianta, avente caratteristiche medie, oppure da due piante rappresentanti i due estremi della promessa fornitura, oppure da tre piante rappresentanti i due estremi e una media. Il campione o i campioni si conservano per confrontarli con le piante che saranno fornite. Si dovranno richiedere piante in ottime condizioni vegetative, a sviluppo regolare, esenti da lesioni, malformazioni, malattie fisiologiche, infezioni ed infestioni. Le radici dovranno essere sane, ben sviluppate, ricche di capillari ed esenti da tagli che possano compromettere una buona cicatrizzazione delle ferite.

#### **II Piante arboree**

Nella richiesta delle piante arboree si dovrà indicare l'altezza, la circonferenza del fusto a un metro dal colletto e l'altezza dell'impalcatura .

Per le varietà, che devono essere innestate, occorre farne espressa menzione precisando la varietà richiesta. Si precisi anche la specie o la razza del soggetto, quando questo abbia importanza per la buona riuscita della piantagione, in relazione alla natura del terreno che accoglierà la pianta. Gli alberi che, nella zona dell'innesto, formano degli antiestetici tumori, che deformano il fusto, come nella Robinia Bessoniana e umbraculifera, devono essere innestati al piede.

Nelle piante arboree ha notevole importanza anche l'altezza dell'impalcatura che, come la grandezza dell'albero, deve essere proporzionata alla larghezza dei marciapiedi e della strada. Alberi troppo bassi non sono adatti per le alberature stradali perché sulla verticale innalzata dal ciglio del marciapiede, lato strada, occorre un franco di luce libera per il transito dei veicoli, di quattro metri. Eventualmente tale franco potrà essere invaso da sole fronde. Pertanto le piante, da impiegarsi nelle alberature stradali, dovranno essere impalcate piuttosto alte onde garantire le condizioni dianzi indicate. Diamo una nota delle piante più comuni e dell'altezza migliore dell'impalcatura, tenendo presente che, se dovranno essere piantate lungo strade di grande traffico ed a distanza dal ciglio del marciapiede non superiore ad un metro, occorrerà attenersi alle altezze massime indicate:

SPECIE	ALTEZZA DELL'IMPALCATURA
<i>Oleandri</i>	2.00-2.20
<i>Crataegus oxyacantha</i>	2.00-2.20
<i>Pittosporum Tobira</i>	2.00-2.20
<i>Tamarix gallica</i>	2.20-2.40

<i>Hibiscus syriacus</i>	2.20–2.40
<i>Lagerstroemia indica</i>	2.20–2.40
<i>Robinia hispida rosea</i>	2.20–2.40
Maggiociondolo	2.20–2.40
<i>Eleagnus angustifolia</i>	2.30–2.50
<i>Prunus serrulata</i>	2.30–2.50
<i>Prunus cerasifera</i>	2.30–2.50
Meli da fiore	2.30–2.50
<i>Sorbus aucuparia</i>	2.30–2.50
<i>Laurus nobilis</i>	2.30–2.50
<i>Catalpa bungei</i>	2.40–2.60
<i>Robinia semperflorens</i>	2.40–2.60
<i>Robinia umbraculifera</i>	2.40–2.60
<i>Robinia Bessoniana</i>	2.40–2.60
<i>Maclura aurantiaca</i>	2.40–2.60
<i>Robinia neo-mexicana</i>	2.60–3.00
<i>Ligustrum japonicum</i>	2.60–3.00
<i>Clerodendron trichotomum</i>	2.60–3.00
<i>Cercis siliquastrum.</i>	2.60–3.00
<i>Virgilia lutea</i>	2.60–3.00
<i>Acacia julibrissin</i> <sup>(1(1))</sup> Per il portamento della	2.60–3.00
chioma, tendente alla forma patente, non è	2.80–3.40
consigliabile nelle alberature stradali. È specie molto	2.80–3.40
elegante, da impiegare anche nei giardini decorativi di	2.80–3.40
città, purché i rami aggettino su spazi pedonali.)	2.80–3.40
<i>Carpinus betulus</i>	2.80–3.40
<i>Koelreuteria paniculata</i>	3.40–3.80
<i>Sophora japonica</i>	3.40–3.80
<i>Robinia monophylla</i>	3.40–3.80
Aceri	3.40–3.80
Leccio	3.40–3.80
Tigli	3.40–3.80
<i>Liquidambar styraciflua</i>	3.40–3.80
<i>Paulownia imperialis</i>	3.80–4.20
<i>Gleditschia triacanthos</i>	3.80–4.20
<i>Celtis australis</i>	3.80–4.20
<i>Liriodendron tulipifera</i>	3.80–4.20
<i>Platanus occidentalis (densicoma)</i>	3.80–4.20
<i>Platanus orientalis</i>	3.80–4.20
<i>Populus alba</i>	3.80–4.20
<i>Populus canadensis</i>	3.80–4.20
<i>Ulmus campestris</i> <sup>(2(2))</sup> Non ne è più consigliabile	
l'impiego a causa degli attacchi del <i>Graphium ulmi</i>	
che minacciano l'estinzione della specie.)	
<i>Ulmus americana</i>	
<i>Ulmus siberiana</i>	
Faggi	

Per le piante a portamento fastigiato o piramidale come il Pioppo italiano, la Robinia pyramidalis, i cipressi non si danno misure perché, non avendo impalcatura, l'altezza del fusto nudo può essere regolata secondo le necessità del traffico sottostante. Si tenga presente che, queste piante, mostrano la loro piena bellezza quando il loro fusto è rivestito dalla chioma fino a terra.

Si può anche prescrivere che nella misura dell'altezza delle piante saranno escluse la gettata dell'annata, in tal modo, il vivaista sarà indotto a spuntare le piante prima della spedizione, per avere meno ingombro, caso che potrebbe far comodo anche a chi le riceve.

Nelle palme l'altezza si misura con le foglie allo stato naturale, senza alcun artificio che le sostenga.

Le piante che risentono del trapianto, come le sempreverdi e i tamerici, si chiederanno in topa o in cassa, secondo le dimensioni del soggetto.

### III Arbusti

Per gli arbusti, oltre all'indicazione della specie, della varietà, dell'altezza si indicherà anche il numero dei getti. Per le rose ad alberello (che richiedono sempre il trapianto in topa) si indicherà anche l'altezza del fusto nudo, che può variare da m 0,90 a 1,80.

Se si vogliono piante di pronto effetto si dovrà precisare: ben vestite dal basso, di pronto effetto. Se si vogliono acquistare le migliori piante esistenti in commercio si chiederanno degli "esemplari". Per i cespugli, invece del numero dei getti, si indicherà la circonferenza o il diametro della chioma.

Nelle richieste degli oleandri si chiedano piante a fiore semplice. Per poter comporre gruppi di buon effetto si dovrebbe precisare anche la varietà o il colore dei fiori, prescrivendo che la fornitura avvenga per varietà o colori separati.

Gli arbusti sempreverdi si trapiantano in topa, gli spoglianti possono essere accettati a radice nuda.

### IV Rampicanti

Per i rampicanti si indicherà il numero dei getti e la loro lunghezza, naturalmente si assume una lunghezza media. Sovente si trapiantano in topa, i sempreverdi spesso si coltivano in vaso.

### V Piante in vaso

Si distinguono in piante coltivate in vaso fin dai primi tempi del loro sviluppo e piante invase dopo che si sono sviluppate in piena terra. Per le prime non vi è nulla di particolare da dire, per le seconde si chiederanno piante "franche di vaso", intendendo che le radici abbiano "girato il vaso" cioè che la pianta abbia superato il periodo critico del trapianto, con lo sviluppo di nuove radici che assicurino il normale proseguimento della vegetazione della pianta. Non si acquistino mai pini coltivati in vaso.

Le piante in vaso che si utilizzano per addobbi (lauri, aucube, aralie, palme, Thuya, bosso, Chamaecerasus, evonimo, ligustri, oleandri, pittosporo, lentaggine, ecc.) o devono essere state coltivate in vaso o devono avere trascorsa almeno una primavera in vaso, per essere ben certi che la chioma non vada soggetta a perdita di foglie, menomando la bellezza della pianta. Se si vogliono lauri acauli, a palla, o piramide, o colonna, di produzione belga, si dovranno richiedere: originali del Belgio.

L'altezza della pianta in vaso si misura da terra, con tutto il vaso.

## Art.334 Impianti di irrigazione

Noi ci occupiamo della rete di distribuzione dell'acqua alle colture perché l'impianto della rete principale adduttrice è di competenza dei servizi tecnologici.

### I Irrigazione a pioggia

L'impianto di irrigazione a pioggia permette di compiere l'aspersione in maniera simile a quella dell'operaio innaffiatore. Il progetto dell'impianto nei giardini presenta notevoli difficoltà, rispetto agli impianti in pieno campo, per l'irregolarità degli appezzamenti da irrigare, per la presenza di arbusti e cespugli che fermano lo spruzzo dell'acqua e per la vicinanza di viali e piazzali che non si dovrebbero bagnare. Il progetto, la direzione e l'esecuzione del lavoro vanno affidati a tecnici e ditte specializzati. Le prescrizioni per il capitolato sono le seguenti. L'impianto si compone: di un gruppo comando, delle condotte distributrici e collettori, delle ali irrigue (figura 43).

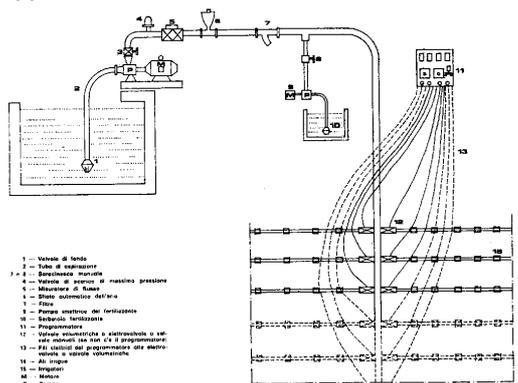


Figura 43

A - Il gruppo di comando è formato dal gruppo di sollevamento, dal gruppo di filtrazione, dal gruppo di fertirrigazione.

a) Gruppo di sollevamento. Si rende necessario quando nella rete, che dovrà alimentare l'impianto, l'acqua non abbia la pressione sufficiente per il normale funzionamento.

La scelta della pompa è subordinata al tipo di prelievo idrico (canale, laghetto di invaso, pozzo, testa d'idrante) e alla disponibilità di energia elettrica. La prevalenza della pompa deve essere tale da assicurare una pressione di 4 atm, a monte del gruppo di filtrazione. La portata della pompa dipende dalla quantità idrica a disposizione e dal numero di settori in cui si divide l'impianto. Il tipo di pompa può essere scelto fra i seguenti:

- motopompa con motore diesel - elettropompa ad asse orizzontale (100)

- motopompa ad asse verticale - elettropompa sommersa (101) (102)

Il gruppo di sollevamento può comprendere un complesso di aspirazione fisso o mobile formato da una valvola di fondo, da una tubazione in cloruro di polivinile, polietilene o acciaio zincato e un complesso di mandata costituito da una tubazione in PVC o in polietilene, da una saracinesca manuale, da un misuratore di flusso, da uno sfiato automatico e da una valvola di scarico di massima pressione.

b) Gruppo di filtrazione. Si utilizza un filtro a maglia doppia di 30 50 mesh.

c) Gruppo di fertirrigazione. All'acqua irrigua si possono mescolare delle sostanze fertilizzanti solubili da distribuire alle colture insieme all'acqua stessa. In tal caso è necessario aggiungere all'impianto il gruppo di fertirrigazione che è composto da una pompa idraulica ad iniezione, corredata di attacchi rapidi a baionetta; uno sfiato d'aria; un serbatoio da 1000 litri per il contenimento della soluzione; n. 1 saracinesca da 3/4.

**B - Condotte distributrici e collettori** - Le condotte utilizzate sono in cloruro di polivinile da 6 PN poste sotto terra a profondità tale da non poter essere danneggiate durante la lavorazione del terreno. Il diametro delle condotte varia secondo l'ampiezza dei settori in cui è stato diviso il giardino. Le barre in PVC, della lunghezza di 6 m, vengono raccordate mediante un bicchiere ad incollaggio od un bicchiere con anello elastomerico. Per la divisione in settori dell'impianto si possono utilizzare, secondo il grado di automazione che si vuol raggiungere, i seguenti tipi di valvole:

a) valvola a sfera in PVC, a funzionamento completamente manuale;

b) valvola volumetrica a funzionamento sequenziale (la valvola viene predisposta per una determinata portata d'acqua e funziona seguendo una sequenza predeterminata dall'operatore; il ciclo è ripetibile solo con l'intervento dell'operatore);

c) elettrovalvole: mediante un elettrotemporizzatore programmatore; l'operatore stabilisce il tempo di funzionamento di ogni valvola e la loro sequenzialità non solo giornaliera, ma anche settimanale (il ciclo è ripetibile senza l'intervento dell'operatore).

Alla fine di ogni collettore è posta una valvola in PVC per lo scarico dell'acqua per il lavaggio delle condotte distributrici e dei collettori.

**C - Ali irrigue** - Le ali irrigue (figura 43) sono anch'esse in PVC da 6 atmosfere, poste sotto terra alla profondità di 0,80 a 100 m con diametro variabile secondo l'ampiezza dei settori e sono distanti tra loro da un minimo di 12 m ad un massimo di 20 m. Dalle ali, mediante presa a staffa e raccordi rapidi, si dipartono direttamente gli irrigatori posti a distanza variabile (12 - 20 m). Tali irrigatori sono del tipo a fungo retrattile, cioè spuntano dal terreno spinti dalla pressione dell'acqua (1,5 a 3,5 atm) e vi rientrano automaticamente non appena questa viene a cessare. Tale soluzione è assai utile per la falciatura e rasatura del prato e per evitare che gli irrigatori vengano danneggiati. L'irrigatore ha una portata da 0,5 a 3 mc/h con una pluviometria variabile da 3 a 8 mm/h. Le ali irrigue o piovane vanno progettate secondo la forma del terreno da irrigare e si cercherà di distribuire gli irrigatori in modo che la stessa superficie di terreno non venga battuto da due o più irrigatori né alcuna superficie resti senza innaffiamento.

## II Irrigazione a goccia sotto serra

L'impianto si compone del gruppo di comando, delle condotte distributrici e collettori e delle ali gocciolanti.

**A** - Il gruppo di comando è formato dal gruppo di sollevamento, dal gruppo di filtrazione, dal gruppo di fertirrigazione e decarbonatazione delle acque.

a) Gruppo di sollevamento - La scelta della pompa è subordinata al tipo di prelievo idrico (canale, laghetto di invaso, pozzo, testa d'idrante) e alla disponibilità di energia elettrica. La prevalenza della pompa deve essere tale da assicurare una pressione di 3,5 atm a monte del gruppo di filtrazione. La portata della pompa dipende dalla quantità idrica a disposizione e dal numero di settori in cui si divide l'impianto i tipi di pompa, da utilizzare in alternativa, sono i seguenti:

- motopompa con motore diesel
- motopompa con motore a scoppio
- elettropompa ad asse orizzontale
- motopompa ad asse verticale
- elettropompa sommersa

Se la scelta cadrà su uno dei due tipi di elettropompa, occorreranno: un quadro elettrico per l'avviamento, una elettrosonda di massima e di minima e un pressostato per l'interruzione della pompa all'aumento della pressione, che è necessario per la sicurezza dell'impianto.

Il gruppo di sollevamento può comprendere anche un complesso di aspirazione fisso o mobile formato da una valvola di fondo, da una tubazione in PVC, polietilene o acciaio zincato e un complesso di mandata costituito da una tubazione in PVC o in polietilene, da una saracinesca manuale, da un misuratore di flusso, da uno sfiato automatico e da una valvola di scarico di massima pressione.

b) Gruppo di filtrazione - La capacità del filtro o dei filtri è subordinata alla quantità delle acque impiegate.

Si usano filtri diversi secondo le qualità delle acque:

- filtro e graniglia (quando si è in presenza di alghe nelle acque prelevate da canali e da laghetti);

- filtro idrociclone (quando si è in presenza di sabbia nelle acque prelevate da pozzi);
  - filtro rotativo autopulente, quando si è in presenza di una elevata quantità di argilla in sospensione nelle acque;
  - filtro a maglia doppia (Reps) da 75 a 155 mesh secondo la granulometria delle impurità da eliminare .
- Il filtro può essere unico o costituito da più filtri in serie secondo la natura delle impurità da trattenerne.
- c) Gruppo di fertirrigazione e di decarbonatazione Il gruppo è composto da:
- n. 1 pompa idraulica ad iniezione corredata da attacchi rapidi a baionetta;
  - n. 1 filtro da 75 mesh;
  - n. 1 sfiato d'aria;
  - n. 1 serbatoio da 1000 litri per il contenimento della soluzione;
  - n. 2 saracinesche da 3/4";
- e può avere una duplice utilizzazione:
- fertirrigazione con fertilizzanti idrosolubili tipo fertidro o urea;
  - decarbonatazione delle acque con soluzione di polifostati per evitare l'occlusione dei gocciolatori.

**B - Condotte distributrici e collettori** - Le condotte utilizzate possono essere in PVC PN 6 se poste sotto terra in quanto fragili alle basse temperature, sono invece in polietilene a bassa o alta densità, di prima qualità, se poste in superficie.

Il diametro delle condotte varia secondo l'ampiezza dei settori in cui sono state divise le serre.

Le barre in PVC, della lunghezza di 6 m, vengono raccordate mediante un bicchiere ad incollaggio od un bicchiere con anello elastomerico.

I rotoli in polietilene, di lunghezza variabile, (50/100 m), vengono raccordati mediante giunti rapidi a compressione.

Per dividere l'impianto in settori si utilizzano diversi tipi di valvole secondo il grado di automazione che si richiede all'impianto:

- a) valvola a sfera in PVC (a funzionamento manuale);
- b) valvola volumetrica a funzionamento sequenziale (la valvola viene predisposta per una determinata portata di acqua e funziona seguendo una sequenza predeterminata dall'operatore; il ciclo è ripetibile solo con l'intervento dell'operatore);
- c) elettrovalvole: mediante un elettrotemporizzatore programmatore l'operatore stabilisce il tempo di funzionamento di ogni valvola e la loro sequenzialità non solo giornaliera, ma anche settimanale (il ciclo è ripetibile senza l'intervento dell'operatore).

Se si impiegano gocciolatori non autoregolanti occorre aggiungere una valvola regolatrice di pressione.

Alla fine di ogni collettore occorre una valvola in PVC per lo scarico dell'acqua per il lavaggio delle condotte distributrici e dei collettori.

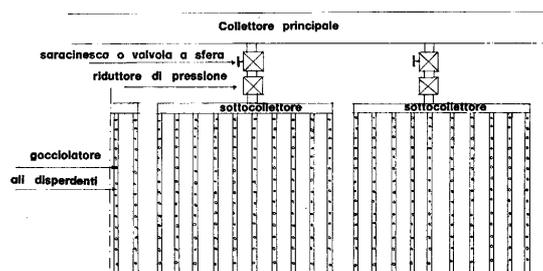
**C - Ali gocciolanti** - Le ali gocciolanti sono in polietilene, a bassa densità del diametro di 16 mm. PN 6 o 20 mm. PN 4 secondo il numero dei gocciolatori posti sull'ala e della loro portata oraria (figura 44).

Le ali, (in rotoli da 250 m), sono collegate ai collettori mediante presa a staffa e giunti rapidi e sono stese sul terreno o sopra i bancali a distanze variabili (tra 0,50 e 1,50 m) secondo il tipo di coltura.

I gocciolatori utilizzati sono:

- autoregolanti (cioè in grado di emettere la stessa quantità di acqua in un ampio intervallo di pressione 0,6 3,5 atm);
  - semplici (in questo caso la perdita di carico dal primo gocciolatore di un'ala all'ultimo non supera 1 1,5 m).
- I gocciolatori della portata di 2 4 6 l/h sono posti a distanza variabile da 0,30 a m 1,00 1,50 secondo la coltura da irrigare; possono essere posti direttamente in linea sulla tubazione (tipo a sigaro) o lateralmente mediante una apposita fustella.

Le ali vengono chiuse alle estremità mediante un semplice piegamento e loro successivo inserimento, in spezzoni di tubazioni a bassa densità della lunghezza di cm 5 che devono avere un diametro doppio di quello delle ali medesime (diametro da 32 a 40 mm).



Ogni sottocollettore porta al massimo 1.000 gocciolatori da 4 l/h.  
Ogni ala porta al massimo 100 gocciolatori da 4 l/h.

Figura 44