CITTA' DI TERMINI IMERESE

PROVINCIA DI PALERMO

URBANIZZAZIONE DELLA FASCIA A MARE DEL CENTRO STORICO:
PROGETTAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO PORTO - SS. 113

PROGETTO ESECUTIVO

ataengineering

via Alto Adige, 160 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461. 1731000 - fax +39 0461 1731052
www.ataengineeringspa.com - info@ataengineeringspa.com
c.fiscale, p.iva e R.I. Trento 01307610228

Certified Swiss Quality ISO 14001 Certified Swiss Quality ISO 9001

CAPOGRUPPO MANDATARIA

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
dott. ing. ERINO BOMBARDELLI
ISCRIZIONE ALBO N. 1098

SGI Studio Galli Ingegneria S.p.A.
SEDE: Padova - 35030 Sarmeola di Rubano - Via della Provvidenza, 13 - tel. +39 049 8976844 - fax +39 049 8976784
FILIALE: Belluno 32100 - Via degli Agricoltori, 13 - tel. +39 0437 355411 - fax +39 0437 355412
UFFICI IN ITALIA: Milano - Napoli - Ancona - Sassari
UFFICI ALL'ESTERO: Pechino (Cina) - Cairo (Egitto) - Podgorica (Montenegro) - Sulaymaniya (Iraq)
www.sgi-spa.it - info@sgi-spa.it

SGI

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI Dott. Ing. GALLI Francesco 589 della Prov. di Belluno

Dott. Ing. Fiorella Scalia
STUDIO TECNICO
PIAZZA S. ANTONIO N.16
90018 TERMINI IMERESE (PA)
TEL. 091 8115583 FAX 091 8110748
E-Mail: fiorella.scalia@tin.it
P. IVA 04315120826

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI PALERMO Dott. Ing. FIORELLA SCALIA n. 4774

Dott. Ing. Filippo Carcara
STUDIO TECNICO
VIA SAFFO 2b
90151 PALERMO
TEL. 392 9820063 E-Mail fillcar@libero.it
P.IVA 0052316810

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PALERMO Ing. CARCARA FILIPPO n. 888 ISCRITTO

Dott. Geol. Giuseppe Franzò
STUDIO
90010 ISNELLO (PA) c.da PONTICELLO
TEL./FAX 0921 662849 E-Mail peppefranzo@libero.it
P.IVA 02948160821

MANDANTE

ORD. REG. DEI GEOLOGI Dott. Giuseppe Franzò N. 370

DATA: OTTOBRE 2015

N.ro allegato 1.8.4.2

TAVOLA:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
NORME TECNICHE

REV.	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA
1	E.BOMBARDELLI	E.BOMBARDELLI	E.BOMBARDELLI			22/03/2016
0	E.BOMBARDELLI	E.BOMBARDELLI	E.BOMBARDELLI			22/10/2015

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
NORME TECNICHE

SOMMARIO

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI 7
ART. 1 - MATERIALI IN GENERE 7
ART. 2 - ACQUA, CALCE, LEGANTI IDRAULICI, GESSO 7
ART. 3 - SABBIA, GHIAIA, PIETRE NATURALI, MARMI 8
ART. 4 - LATERIZI 9
ART. 5 - MATERIALI FERROSI E MATERIALI VARI 9
ART. 6 - LEGNAMI 9
ART. 7 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI PEDONALI 10
ART. 8 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI 10
ART. 9 - MATERIALI PER OPERE IN VERDE 12
ART. 10 - TELI TIPO GEOTESSILE 13
ART. 11 - COLORI E VERNICI 13
ART. 12 - TUBAZIONI 14
PROVE DEI MATERIALI 15
ART. 13 - PROVE DEI MATERIALI 15
OPERAZIONI PRELIMINARI 16
ART. 14 - OCCUPAZIONE DEI TERRENI 16
ART. 15 - SVILUPPO DEI LAVORI 16
ART. 16 - LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO 16
ART. 17 - TRACCIAMENTI 16
1. OPERE D'ARTE IN TERRA 17
1.1 - DEMOLIZIONI 17
ART. 18 - DEMOLIZIONI 17
ART. 19 - DISGAGGI 17
ART. 20 - DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO 17
ART. 21 – TAGLIO PIANTE AD ALTO FUSTO 18
ART. 22 – DEMOLIZIONE TOTALE O PARZIALE DI FABRICATI 18
ART. 23 – RIMOZIONE COPERTURA IN AMIANTO 18
1.2 - SBANCAMENTI E SCAVI 19
ART. 24 - SCAVI IN GENERE 19
ART. 25 - SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE 20
ART. 25bis - BLINDAGGIO DEGLI SCAVI 20
ART. 26 - SCAVI IN ROCCIA CON AUSILIO DI SISTEMI NON DETONANTI 21
ART. 27 - SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTO 22
ART. 27bis – SISTEMA DI AGGOTTAMENTO DELLA FALDA 22
Le presenti indicazioni valgono per il montaggio, la modifica e la rimozione nonché la messa a disposizione e l'esercizio di impianti per aggottamenti mediante pompe aspiranti e sommerse. 22

Se è stato concordato l'approntamento di impianti di riserva, questi vanno predisposti in maniera che il convogliamento dell'acqua avvenga senza pregiudizievoli interruzioni di esercizio. 23
ART. 28 - MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI STRADALI E DA DEMOLIZIONI 23
1.3 – TRASPORTI A DISCARICA, INDENNITA' 24
ART. 29 – GENERALITA' 24
1.4 - FORMAZIONE DI RILEVATI E REINTERRI 24
ART. 30 - PREPARAZIONE DEL TERRENO SU CUI DEBBONO ELEVARSI I RILEVATI 24
ART. 31 - FORMAZIONE DI RILEVATI 27
ART. 32 – UTILIZZO DEI MATERIALI RICICLATI 28
2. OPERE D'ARTE STRUTTURALI 40
2.1 - CALCESTRUZZI, CASSERI ED ACCIAIO PER C.A. 40
ART. 33 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO 40
ART. 34 – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 40
ART. 35 - CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI 42
ART. 36 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI 43
ART. 37 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P. 44
ART. 38 - STRUTTURE PREFABBRICATE 44
ART. 39 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE 44
ART. 40 – GETTI FACCIA A VISTA 45
ART. 41 - COMPOSIZIONE DELLE MALTE 45
ART. 42 - INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO 46
2.2 - RIVESTIMENTI MURATURE IN C.A., MURATURE 46
ART. 43 - RIVESTIMENTI IN PIETRAME 46
ART. 44 - MURATURE DI PIETRAME E MALTA CEMENTIZIA 47
ART. 45 – MURATURE A DOPPIA LASTRA PREFABBRICATA 48
2.3 – SOTTOPASSO SCATOLARE IN C.A 50
ART. 46 – SOTTOVIA 50
2.4 – VARO MONOLITE IN C.A E SPINGITUBO 51
ART. 47 – TRASLAZIONE DEI MANUFATTI SOTTO LA SEDE FERROVIARIA 51
ART. 47bis – ATTRAVERSAMENTI CON SISTEMA OLEODINAMICO (SPINGITUBO) 55
2.5 – MANUFATTI PREFABBRICATI 56
ART. 48 - DISOLEATORI 56
2.6 – SISTEMAZIONI COSTIERE 57
ART. 49 - SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE 57
ART. 50 - GABBIONATE 57
3. OPERE D'ARTE IDRAULICHE 59
3.1 - IMPERMEABILIZZAZIONI 59
ART. 51 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE IN C.A. 59
ART. 52 – IMPERMEABILIZZAZIONE SOTTO FALDA 62
ART. 53 – SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE "VASCA BIANCA" 64
3.2 – DRENAGGI, CONDOTTE E POZZETTI 68

ART. 54 - DRENAGGI 68
ART. 55 - TUBAZIONI IN C.A.V. 69
ART. 55bis - TUBAZIONI IN C. A. PER MICROTUNNELING 69
ART. 55tris - TUBAZIONI IN ACCIAIO PE-EPOXY 69
ART. 55quater - TUBAZIONI IN C. A. CENTRIFUGATI E TURBOCENTROFUGATI 70
ART. 56 - TUBAZIONI IN P.V.C. RIGIDO 70
ART. 57 - CANALETTE 71
ART. 58 - CUNETTE 71
ART. 59 - RIVESTIMENTO PER CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA 71
ART. 60 - CADITOIE STRADALI 71
ART. 61 - POSA IN OPERA DI CONDOTTI 74
ART. 62 - CAMERETTE D'ISPEZIONE 74
ART. 63 - POZZETTI PREFABBRICATI 75
ART. 64 - POZZETTI REALIZZATI IN OPERA 75
ART. 65 - COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE 76
ART. 66 - POZZETTI DI SALTO 76
ART. 67 - POSA IN OPERA DEI CHIUSINI PER CAMERETTE 76
4. OPERE SPECIALI NEL TERRENO E DI DIFESA 77
4.1 – PALI, MICROPALI, BERLINESI 77
ART. 68 - PERFORAZIONI 77
ART. 69 - PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI) 77
ART. 70 - PALI TRIVELLATI 81
ART. 71 – ESECUZIONE TAPPO DI FONDO 85
ART. 72 - PROVE DI CARICO 86
ART. 73 - NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI 87
4.2 – OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIO DEI BINARI 87
ART. 74 – SOSTEGNO PROVVISORIO DEI BINARI FERROVIARI 87
4.3 – OPERE DI RINFORZO E PROTEZIONE DELLE SCARPATE E PARETI ROCCIOSE 88
ART. 75 - PROTEZIONE DELLE SCARPATE 88
ART. 76 - CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE 88
ART. 77 - SPECIFICHE RETI ED ANCORAGGI 89
5. OPERE FUNZIONALI ED ACCESSORI 93
5.1 PAVIMENTAZIONI: PREPARAZIONI DEL FONDO 93
ART. 78 - MASSICCIATA: SOTTOFONDAZIONE STRADALE MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA 93
ART. 79 – MASSETTO CEMENTIZIO ARMATO PER SOTTOFONDO PAVIMENTAZIONE 96
5.2 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO) 97
ART. 80 – STRATO DI BASE “CB - TIPO A mm 0÷31,5” 97
ART. 81 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO - TIPO B mm 0÷31,5 104
ART. 82 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO SUPERFICIALE D'USURA - TIPO D mm 0÷12,5 111
ART. 83 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO UNICO - TIPO E mm 0÷20 119

5.2 – PAVIMENTAZIONI IN PIETRA 127
ART. 84 – ESECUZIONE DI PAVIMENTAZIONI IN PORFIDO 127
ART. 85 – FUGANTE POLIURETANICO O POLIMERICO PER PIETRA NATURALE 128
5.4 – LAVORI VARI DI COMPLETAMENTO 129
ART. 86 - CORDONATE 129
5.5 - BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA 129
ART. 87 - BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI 129
5.6 - SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE 132
ART. 88 - IDROCANCELLAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE 132
ART. 89 - SEGNALETICA ORIZZONTALE 132
ART. 90 - SEGNALETICA VERTICALE 134
6. IMPIANTI 139
6.1 – IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PREDISPOSIZIONE (cavidotti, pozzetti, plinti, canaline) 139
ART. 91 - TUBAZIONI 139
ART. 92 - POZZETTI PREFABBRICATI 140
ART. 93 - POZZETTI REALIZZATI IN OPERA 140
ART. 94 - POSA IN OPERA DEI CHIUSINI 140
6.2 – IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE (linee, quadri, apparecchiature) 141
ART. 95 – PRESCRIZIONI TECNICHE: CABINE E QUADRI 141
ART. 96 – PRESCRIZIONI TECNICHE: LINEE ELETTRICHE 142
ART. 97 – PRESCRIZIONI TECNICHE: SISTEMI ILLUMINANTI 144
6.3 – IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO 146
ART. 98 – APPARECCHIATURE IDRAULICHE: POMPE SOLLEVAMENTO 146
NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI 150
ART. 99 - DISPOSIZIONI GENERALI 150
ART. 100 - SCAVI IN GENERE 150
ART. 101 - RILEVATI, REINTERRI O RIEMPIMENTI 151
ART. 102 - DEMOLIZIONE DI MURATURE 151
ART. 103 - MURATURE IN GENERE 151
ART. 104 - CONSOLIDAMENTI DI MURATURE 151
ART. 105 - PARAMENTI FACCIA VISTA 152
ART. 106 - CONGLOMERATI CEMENTIZI ARMATI 152
ART. 107 - LAVORI IN METALLO 152
ART. 108 - MANO D'OPERA 152
ART. 109 - NOLEGGI 152
ART. 110 - TRASPORTI 153

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

ART. 1 - MATERIALI IN GENERE

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.
Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale di Appalto approvato con D.M. n. 45 di data 19/04/2000.
I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.
L'appaltatore è obbligato a notificare alla Direzione dei Lavori, in tempo utile, e in ogni caso almeno quindici giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e alle verifiche che la Direzione Tecnica reputasse necessarie prima di accettarli.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, non può mai pregiudicare il diritto della Direzione Lavori stessa, di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se già posti in opera e fino a collaudo definitivo, i materiali che non corrispondessero ai requisiti e alle caratteristiche contrattuali.
Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.
Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.
I materiali da impiegare nei lavori, con riferimento alla citate normative ed eventuali necessarie modificazioni, dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati:

ART. 2 - ACQUA, CALCE, LEGANTI IDRAULICI, GESSO

a) **Acqua** - L'acqua dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14.01.2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.
b) **Calce** - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 e successive modifiche ed alle norme vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori; le calci pozzolaniche dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16.11.1939, n. 2230.
   La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.
   La calce viva in zolle 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 in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.
   Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego, quella destinata alle murature da almeno 15 giorni.
c) **Leganti idraulici** - I cementi e gli agglomerati cementizi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui alla Legge 26 maggio 1965 (G.U. n. 143 del 10 giugno 1965) e relativo D.M. 14 gennaio 1966 (G.U. n. 37 del 12 febbraio 1966) "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici".

Si distinguono in:

1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera a), b), c) della Legge 595/1965).
   Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
   - D.M. 3 giugno 1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.07.68).
   - D.M. 20 novembre 1984 "Modificazione al D.M. 3.06.68 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.84).
   - Avviso di rettifica al D.M. 20 novembre 1984 (G.U. n. 26 del 31.01.85).
   - D.M. 9 marzo 1988 n. 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".
2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965).
   Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
   - D.M. 31 agosto 1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" (G.U. n. 287 del 6 novembre 1972).

d) **Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

ART. 3 - SABBIA, GHIAIA, PIETRE NATURALI, MARMI

a) **Ghiaia, pietrisco e sabbia** - Le ghiaie, i pietrischi e la sabbia da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, dovranno avere le stesse qualità stabilite dal D.M. 03.06.1968 e D.M. 01.04.1983.
La sabbia dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio con maglie circolari del diametro di mm. 2 per murature in genere e del diametro di mm. 1 per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.
Per quanto riguarda le dimensioni delle ghiaie e dei pietrischi, gli elementi di essi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro:
- di cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- di cm 4 se si tratta di volti di getto;
- di cm 1 a 3 se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di un centimetro di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori di cemento armato od a pareti sottili, nei quali sono ammessi anche elementi più piccoli.

b) **Pietre naturali** - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee: dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata alla entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere efficace adesività alle malte.
Saranno assolutamente escluse le pietre marmose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.
Le pietre da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, scevre da fenditure cavità e litoclasi, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità. Esse dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabili nel Regio Decreto n. 2232 del 16.11.39. Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.
I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli od altri difetti che ne infirmino la omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.
I cubetti di pietra dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R./54 “Norme per l’accettazione di cubetti di pietra per pavimentazione stradali” e nella “Tabella UNI 2719/45”.
Gli elementi in porfido dovranno rispondere alle caratteristiche del marchio “Porfido Trentino Controllato”.
Gli scopoli di pietra da impiegare per fondazioni dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

I ciottoli da impiegare per selciati dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla Direzione dei Lavori secondo l'impiego cui sono destinati.
I tufi dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

ART. 4 - LATERIZI

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2233, D.M. 01.04.1983 e alle norme UNI 1607, 5628-65, 5629-65, 5630-65, 5631-65, 5632-65, 5633-65.
I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia alla larghezza, di modello costante, presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a Kg. 150 per centimetro quadrato.
I mattoni forati ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno Kg. 16 per centimetro quadrato.
I laterizi aventi funzione statica dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

1) essere conformati in modo che le loro parti resistenti a pressioni vengano nella posa a collegarsi tra loro così da assicurare una uniforme trasmissione degli sforzi di pressione dall'uno all'altro elemento;
2) ove sia disposta una soletta di calcestruzzo staticamente integrativa di quella in laterizio, questa ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la perfetta aderenza dei due materiali ai fini della trasmissione degli sforzi di scorrimento;
3) il carico di rottura a pressione semplice riferito alla sezione netta nelle pareti delle costolature non deve risultare inferiore a kg. 350 per cm^2 e quello a trazione dedotto con la prova di flessione non minore di kg. 50 per cm^2;
4) qualsiasi superficie metallica deve risultare circondata da una massa di cemento che abbia in ogni direzione spessore non minore di un centimetro;
5) per la confezione a piè d'opera di travi in laterizio armato l'impasto di malta di cemento deve essere formato con non meno di 6 quintali di cemento per mc. di sabbia viva.

E' vietato l'impiego di laterizi per i quali le prove chimiche da effettuare nei laboratori sperimentali ufficiali, abbiano rilevato una quantità di anidride solforica superiore allo 0,05%.
E' prescritto l'impiego di cemento pozzolanico per la confezione delle strutture di conglomerati dei solai a contatto coi laterizi sia che questi abbiano o no funzione statica.

ART. 5 - MATERIALI FERROSI E MATERIALI VARI

a) **Materiali ferrosi** - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura fucinatura e simili.
Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 14.01.2008.

ART. 6 - LEGNAMI

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza siano, dovranno corrispondere a tutte le prescrizioni di cui al Decreto Ministeriale 30 ottobre 1912, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.
I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.
Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltre passare il quarto del maggiore dei due diametri.
I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

ART. 7 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI PEDONALI

I materiali per pavimentazione, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al Regio Decreto 6 novembre 1939, n. 2234.

a) **Mattonelle, marmette e pietrini di cemento** - Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione e a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore.
La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi.
Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm. 20, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante non inferiore a mm. 7.
Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di mm. 20, con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm. 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo.
I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a mm. 30 con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm. 8; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scalinata secondo il disegno che sarà prescritto.

ART. 8 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI

I materiali per pavimentazione stradali quali pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi, ghiaie, ghiaiette, bitumi, emulsioni bituminose, olii asfaltici dovranno corrispondere ai seguenti requisiti:

a) **Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi da impiegare per pavimentazioni** - Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l’accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi per costruzioni stradali” del C.N.R. (Fascicolo 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.
b) **Ghiaie, ghiaietti per pavimentazioni** - Dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella “Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945” ed eventuali e successive modifiche. Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione d’acqua, superiori al 2%.
c) **Bitumi, emulsioni bituminose** - Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l’accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l’accettazione”, Ed. maggio 1978; “Norme per l’accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali”, Fascicolo n. 3, Ed. 1958; “Norme per l’accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)”, Ed. 1980.
d) **Bitumi liquidi o flussati** - Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle “Norme per l’accettazione dei bitumi per usi stradali”, Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R..
e) **Polveri di roccia asfaltica** - Non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con oli minerali in quantità non superiori all'1 %. Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III). Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami. Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332. Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.). Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.
f) **Olii asfaltici** - Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare, e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire. Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

1) OLII DEL TIPO A (INVERNALE) PER POLVERI ABRUZZESI: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30-45°C;
2) OLII DEL TIPO A (INVERNALE) PER POLVERI SICILIANE: viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55-70°C;
3) OLII DEL TIPO B (ESTIVO) PER POLVERI ABRUZZESI: viscosità Engler a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35-50°C;
4) OLII DEL TIPO B (ESTIVO) PER POLVERI SICILIANE: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55-70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate. In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

g) **Materiali porfirici** - Eventuali materiali porfirici trattati nel presente Capitolato Speciale e utilizzabili per pavimentazioni esterne dovranno provenire dalle cave del Trentino, unica Regione in Italia dove si coltiva il porfido stratificato a piani in vista naturali di cava. Questi materiali sono prodotti da aziende aderenti al Marchio Volontario Collettivo "PORFIDO TRENTINO CONTROLLATO" le cui caratteristiche sono conformi a quanto previsto dalla normativa della Comunità Europea (EN 1341 - EN 1342 - EN 1343 -EN 12057 - EN 12058 - EN 1469). Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici possono essere: grigio, grigio-rosso, grigio-viola, rossastro, violetto.

Possono essere costituiti da:

a) **Cubetti** - Sono solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato. Essi vengono distinti, a seconda della lunghezza in cm di detto spigolo, nei seguenti assortimenti: 4/6 - 6/8 - 8/10 - 10/12 -12/14 e 14/18.

Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopraindicati, con le tolleranze sotto riportate. I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali fra loro. La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità. Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e non segate e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra (massimo cm 1 $^{1/2}$).

La tolleranza permessa è di n. 7 elementi su 100 – scelti alla rinfusa sul deposito – ed essa riguarda differenze di misura in difetto o in eccesso (lati e altezza), difetti di lavorazione, eccessiva sottosquadra, lati segati, lassi orizzontali o mali verticali.

a) il tipo 4/6 dovrà avere un'altezza da 4 a 6 cm, la testa variante da 4 a 7 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 90 e i 100 kg;
b) il tipo 6/8 dovrà avere un'altezza da 5 1/2 a 8 cm, la testa variante da 6 a 9 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 130 e i 140 kg;
c) il tipo 8/10 dovrà avere un'altezza da 7 1/2 a 11 cm, la testa variante da 8 a 12 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 180 e i 190 kg;
d) il tipo 10/12 dovrà avere un'altezza da 10 a 13 cm, la testa variante da 10 a 14 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 220 e i 250 kg;
e) il tipo 12/14 dovrà avere un'altezza da 12 a 15 cm, la testa variante da 12 a 16 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 280 e i 300 kg;
f) il tipo 14/18 dovrà avere un'altezza da 14 a 20 cm, la testa variante da 14 a 20 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 330 e i 350 kg.

Per posa in opera di cubetti "A FILARI" si impiegano cubetti con testa quadrata, nelle dimensioni da cm 8x8 9x9 - 10x10 e di spessore a convenirsi, ma direttamente proporzionale al traffico che solleciterà il pavimento e in ogni caso non inferiore a 4 cm nell'altezza e con tolleranza in più o meno di 5 mm nei lati. Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso. In esso sono consentiti – solo per posa ad arco o ventaglio – cubetti in forma trapezoidale od oblunghi per un massimo del 10%. In tutti i casi l'altezza dei cubetti deve essere rispettata. Se i cubetti non devono esse-re posati a ventaglio o ad arco, ciò deve essere dichiarato al momento dell'ordine.

La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. I cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi.

b) **Binderi** - Per contenimento e delimitazione delle pavimentazioni.
La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:
a) larghezza cm 10 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 5/8 - peso kg 18 circa per ml
b) larghezza cm 10 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 8/11 - peso kg 22 circa per ml
c) larghezza cm 12 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 10/15 - peso kg 35 circa per ml.
Binderi giganti: per formazione di marciapiedi e aiuole o delimitazioni. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:
d) larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 60 circa per ml
e) larghezza cm 14 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 70 circa per ml.

ART. 9 - MATERIALI PER OPERE IN VERDE

a) **Terra** - La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
b) **Concimi** - I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.
c) **Materiale vivaistico** - Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'impresa, sia da altri vivaisti, purché l'impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.
d) **Semi** - Per il seme l'impresa è libera di approvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di seme da impiegare per unità di superficie. La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna “buona semente”; e l'impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti. Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.
e) **Zolle** - Queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione fioristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della Achillea millefolium, della Plantago sp.pl., mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui: Rumex sp.pl., Artemisia sp.pl., Catex sp.pl. e tutte le Umbrellifere. La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale, e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.
f) **Paletti di castagno per ancoraggio viminate** - Dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature e spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.
g) **Verghe di salice** - Le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie Salix viminalis o Salix purpurea. Esse avranno la lunghezza massima possibile con un diametro massimo di cm 2,5.

h) **Talee di salice** - Le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm 2. Esse dovranno essere della specie Salix purpurea e Salix viminalis oppure anche delle specie e degli ibridi spontanei nella zona, fra cui Salim daphnoides, Salix incana, Salix pentandra, Salix fragilis, Salix alba, ecc. e potranno essere anche di Pupulus alba o Alnus glutinosa.

i) **Rete metallica** - Sarà il tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

ART. 10 - TELI TIPO GEOTESSILE

Il telo “geotessile” salvo diversa e ben specificata indicazione progettuale, avrà le seguenti caratteristiche:

a) composizione in fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, agglomerate senza l'impiego di collanti;
b) coefficiente di permeabilità per filtrazione trasversale, compreso fra 103 e 101 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
c) resistenza a trazione misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 300 N/5cm, con allungamento a rottura compreso fra il 25% e l'85% (prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominare di cm 20 con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto).

Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati di pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione dei telo impiegato sia non inferiore a 500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti. Per la determinazione del peso e dello spessore del “geotessile” occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23 dicembre 1985 e sul B.U. n. 111 del 24 dicembre 1985.

ART. 11 - COLORI E VERNICI

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità:

a) **Olio di lino cotto** - L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di colore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce , ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essicare completamente nell'intervallo di 24 ore.
b) **Acquaragia** (essenza di trementina) - Dovrà essere limpida , incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15° C sarà di 0,87.
c) **Biacca** - La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.
d) **Bianco di zinco** - Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità.
e) **Minio** - Sia di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivanti dall'anilina né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc.).
f) **Latte di calce** - Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.
g) **Colori all'acqua, colla o ad olio** - Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli olii, ma non per infusione.
Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.
h) **Vernici** - Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta, disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante.
E' escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Le vernici speciali eventualmente prescritte dalla Direzione dei lavori dovranno essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.

ART. 12 - TUBAZIONI

a) **Tubi di ghisa** - I tubi di ghisa saranno perfetti in ogni loro parte esenti da ogni difetto di fusione, di spessore uniforme e senza soluzione di continuità. Prima della loro messa in opera, a richiesta della Direzione dei lavori, saranno incatramati a caldo internamente ed esternamente.

b) **Tubi di acciaio** - I tubi di acciaio (Mannesmann) dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

c) **Tubi di gres** - I materiali di gres devono essere di vero gres ceramico a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, e di lavorazione accurata e con innesto a manicotto o bicchiere.
I tubi saranno cilindrici e diretti tollerandosi solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore ad un centesimo della lunghezza di ciascun elemento.
In ciascun pezzo i manicotti devono essere formati in modo da permettere una buona giunzione nel loro interno, e la estremità opposta sarà lavorata esternamente a scanellatura.
I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.
Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, chimicamente immedesimato con la pasta ceramica, di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.
La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi, (escluso il fluoridrico) ed agli alcali impermeabili in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non ne assorba più del 3,5 per cento in peso; ogni elemento di tubazione deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere provato isolatamente.

d) **Tubi di cemento** - I tubi di cemento dovranno essere fatti con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei a sezione interna esattamente circolare di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaiettino del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

PROVE DEI MATERIALI

ART. 13 - PROVE DEI MATERIALI

a) **CERTIFICATO DI QUALITA'**: L'Appaltatore dovrà garantire il rispetto della marchiatura CE per i prodotti da costruzione utilizzati in cantiere, così come previsto dal Regolamento (UE) n. 305/2011 "che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione" e oltre che richiedere, ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, la Dichiarazione di Prestazione (D.o.P.).
L'Appaltatore dovrà pertanto esibire al Direttore dei Lavori, prima dell'impiego dei vari materiali per ogni categoria di lavoro, le relative Dichiarazione di Prestazione, che dovranno essere conformi all'allegato III del Regolamento (UE) n. 305/2011, descrivendo la prestazione dei prodotto da costruzione in relazione alle loro caratteristiche essenziali, conformemente alle pertinenti specifiche tecniche armonizzate.
Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.
I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

b) **ACCERTAMENTI PREVENTIVI**: Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

- 1.000	m^3	per i materiali lapidei;
- 10.000	m^2	per i conglomerati bituminosi;
- 500	m^3	per i conglomerati cementizi;
- 50	t	per cementi e le calci;
- 5.000	m	per le barriere;
- 10.000	m^3	per materiale inerte da impiegare per la realizzazione dei rilevati stradali,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore. Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità. Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino un protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista dal Capitolato Speciale d'Appalto - Norme Amministrative.

c) **PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA**: L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.
In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'impresa presso Laboratorio Ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso il Laboratorio Ufficiale previa opposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.
I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.
L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere i prescritti requisiti.

OPERAZIONI PRELIMINARI

ART. 14 - OCCUPAZIONE DEI TERRENI

Stabilita sul terreno la traccia stradale si addiverrà alla regolare occupazione dei terreni occorrenti alla esecuzione delle opere appaltate. Tale occupazione, comprenderà non solo l'area necessaria per il suolo stradale, ma anche quella occorrente tanto a destra quanto a sinistra per far luogo ai fossi scolatori, controbanchine, scarpe dei tagli e dei rialzi ed infine alle opere d'arte secondo i relativi disegni e le norme stabilite, dal presente Capitolato. Indennizzi occorrenti per occupazioni di aree non comprese in quelle sopra elencate, stanno a carico dell'assuntore.

ART. 15 - SVILUPPO DEI LAVORI

A misura che si adempiranno le formalità di cui al presente articolo, i movimenti di materie dovranno essere attivati per primi, dando poi mano alla costruzione delle opere d'arte e cominciando da quelle di cui maggiormente importi affrettare il compimento. I preparativi e le provviste perciò necessari saranno fatti dall'Imprenditore appena sottoscritto il contratto d'appalto.
L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di fissare all'Impresa le località ove debbono essere a preferenza incominciati i lavori, concentrati i mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto dal pubblico vantaggio.

ART. 16 - LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO

Viene fatto stretto obbligo all'Impresa di mantenere, in ogni tempo ed in qualunque punto, libero il transito sulla vecchia o sulla nuova strada, di prendere tutti i provvedimenti atti a garantire sicurezza di transito, per i quali non verrà corrisposto all'Impresa alcuna indennità speciale essendo questa già compresa nei prezzi unitari offerti. In particolare l'Impresa è tenuta:

1) a conservare le vie e i passaggi che venissero intersecati con la costruzione della strada, provvedendo all'uopo, a sue spese, con opere provvisionali ed a mantenere il transito qualora trattasi di lavori di riassetto, di strade esistenti, per una larghezza utile di carreggiata di metri 3,50 restando a carico dell'Appaltatore ogni responsabilità per danni che avessero a derivare alle persone e alle cose;
2) alle segnalazioni diurne e notturne mediante appositi cartelli e fanali nei tratti stradali interessati dai lavori, ove abbia a svolgersi il traffico, e ciò secondo particolari indicazioni della Direzione Lavori.

Per patto contrattuale la stazione appaltante è esonerata da ogni responsabilità verso gli operai e verso chiunque altro per infortuni o danni che possano avvenire in dipendenza dell'appalto, rimanendo intesi che eventuali danni saranno completamente risarciti unicamente dall'assuntore dei lavori.
E' fatto carico all'Impresa di osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al D.L. 30 aprile 1992 n. 285, e relativo regolamento ed eventuali successive modifiche.

ART. 17 - 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 minimi degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire nelle tratte, su indicazione della Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curando poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.
Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.
La Direzione dei lavori, con personale ausiliario, fornito dall'Impresa, fisserà sul posto gli elementi per il tracciamento della strada ed i capisaldi per la livelletta.

1. OPERE D'ARTE IN TERRA

1.1 - DEMOLIZIONI

ART. 18 - DEMOLIZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo. Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.
Nelle fasi di demolizione dovranno essere compiutamente rispettate le eventuali norme previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento (P.S.C.).

ART. 19 - DISGAGGI

Per disgaggio si deve intendere una sistemazione del pendio che consiste nella bonifica e nella riprofilatura superficiale della scarpata attuata con interventi mirati a rimuovere gli elementi lapidei instabili, e ridare regolarità superficiale all'intera area. Gli interventi dovranno mirare ad una messa in sicurezza in tempi brevi di una parete rocciosa, di una scarpata franosa o di una galleria in seguito agli sbancamenti del fronte, sono a carattere superficiale e non intaccano il substrato profondo.
A seguito dell'ispezione della parete per l'accertamento della presenza e disposizione di masse instabili, si dovrà procede quindi al disgaggio rimuovendo e facendo rotolare a valle i blocchi con l'ausilio di leve manuali, pistoni idraulici e nei casi di masse di dimensioni più consistenti si potrà ricorrere all'uso di malte espansive o dell'esplosivo. In quest'ultimo caso si dovrà procedere alla perforazione della roccia secondo uno schema di tiro valutato in base alle varie situazioni. In seguito al caricamento ed al brillamento delle mine si effettuerà infine un disgaggio manuale per bonificare in modo puntuale il pendio.

ART. 20 - DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi. Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.
Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo;
b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;

c) il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la realizzazione delle opere in progetto;
d) la larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

ART. 21 – TAGLIO PIANTE AD ALTO FUSTO

L'Impresa dovrà prestare particolare attenzione a non danneggiare oggetti o manufatti posti nelle vicinanze degli alberi da abbattere; pertanto durante l'esecuzione di tali lavori, l'area interessata dalla caduta rami e/o tronchi dovrà essere interdetta dal passaggio dei pedoni e/o mezzi.
Il legname derivante dagli abbattimenti è a disposizione dell'Appaltatore che, se non lo ritenesse utile, dovrà smaltirlo presso centri di compostaggio o di raccolta differenziata o pubbliche discariche autorizzate a proprie spese.
Successivamente al taglio dei rami e tronco, si procederà alla rimozione della ceppaia e delle radici al fine di consentire la messa a dimora di nuove piante o di garantire un'esecuzione a perfetta regola d'arte della pavimentazione in conglomerato bituminoso, previo preventivo riempimento della buca lasciata con idoneo materiale.

ART. 22 – DEMOLIZIONE TOTALE O PARZIALE DI FABBRICATI

Le demolizioni complete di fabbricati o di parte di essi saranno eseguite con i metodi e mezzi meccanici più idonei. Per le demolizioni di corpi di fabbrica completi, si adotteranno tecniche tali da evitare disagi e danni agli edifici ed altre opere adiacenti.
Per le demolizioni parziali di corpi di fabbrica si dovranno eseguire preventivamente i tagli delle strutture di collegamento con le parti rimanenti onde non danneggiarne in alcun modo le strutture e le opere di finitura.
L'Appaltatore in ogni caso dovrà concordare con la Direzione Lavori sia le tecniche che le modalità di esecuzione delle demolizioni che dovranno privilegiare una demolizione selettiva finalizzata alla separazione dei materiali di cui risulta composto il fabbricato: ferro, legno, laterizi, etcc., evitandone la commistione.

ART. 23 – RIMOZIONE COPERTURA IN AMIANTO

Le attività qui descritte riguardano la rimozione, bonifica e smaltimento di copertura in lastre di amianto-cemento (Eternit).
L'impresa dovrà provvedere alla seguenti attività:
1) Analisi di caratterizzazione del materiale da rimuovere.
2) Redazione di apposito piano di lavoro (art. 256 comma 2, D.lgs. 9 aprile 2008, n.81) e presentazione alla ASL territorialmente competente e di ogni adempimento richiesto dalla normativa vigente in materia.
   Il piano dovrà prevedere le misure necessarie per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e la protezione dell'ambiente esterno; in particolare, dovrà prevede e contenere informazioni sui seguenti punti:
   a) rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto prima dell'applicazione delle tecniche di demolizione;
   b) fornitura ai lavoratori di idonei dispositivi di protezione individuale;
   c) verifica dell'assenza di rischi dovuti all'esposizione all'amianto sul luogo di lavoro, al termine dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto;
   d) adeguate misure per la protezione e la decontaminazione del personale incaricato dei lavori;
   e) adeguate misure per la protezione dei terzi e per la raccolta e lo smaltimento dei materiali;

f) adozione, nel caso in cui sia previsto il superamento dei valori limite di cui all'articolo 254 del D. Leg.vo n. 81/2008 e delle misure di cui all'articolo 255 del D. Leg.vo n. 81/2008, adattandole alle particolari esigenze del lavoro specifico natura dei lavori, data di inizio e loro durata presumibile;
h) luogo ove i lavori verranno effettuati;
i) tecniche lavorative adottate per la rimozione dell'amianto;
l) caratteristiche delle attrezzature o dispositivi che si intendono utilizzare per attuare quanto previsto dalle lettere d) ed e);
Copia del piano di lavoro è inviata all'organo di vigilanza, almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori. Se entro il periodo di cui al precedente capoverso l'organo di vigilanza non formula motivata richiesta di integrazione o modifica del piano di lavoro e non rilascia prescrizione operativa, il datore di lavoro può eseguire i lavori.

3) Impianto di cantiere comprendente la delimitazione dell'area di cantiere ed il luogo ove è previsto lo stoccaggio del materiale rimosso. Installazione dell'unità di decontaminazione, del deposito dei D.P.I. da impiegarsi da parte del personale addetto allo smaltimento, e quant'altro previsto dalla vigente normativa.
4) Campionamenti ambientali per il rilevamento delle fibre di amianto aerodisperse prima, durante e dopo gli interventi.
5) Confezionamento, carico e trasporto con mezzo autorizzato (eventualmente conto terzi) dei rifiuti contenenti amianto.
6) Conferimento a discarica autorizzata.
7) Bonifica finale dell'area, consistente nella raccolta dei frammenti a terra e nello scotico del terreno per una profondità di cm.10 con mezzo meccanico, confezionamento, trasporto con mezzo autorizzato e smaltimento del terreno in impianto autorizzato.
8) Rilascio della documentazione prevista dalla normativa vigente: certificati di analisi di caratterizzazione del rifiuto e campionamenti ambientali, copia del formulario di avvenuto smaltimento del rifiuto timbrato e firmato dall'impianto ricettore.

La ditta incarica di dette lavorazioni dovrà essere in possesso dei requisiti di ordine generale, di idoneità professionale e di qualificazione di cui agli artt. 38, 39, 41 e 42 del D.Lgs 12.04.2006, n. 163.
Ai sensi dell' art. 256 comma 2, D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81 è inoltre obbligatoria l'iscrizione all'albo Nazionale dei Gestori Ambientali per la seguente categoria:
-- 10A - attività di bonifica di beni contenenti amianto effettuata sui seguenti materiali: materiali edili contenenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi.
Il trasporto dei rifiuti raccolti dovrà essere eseguito da una Ditta in possesso della iscrizione all'Albo gestori ambientale per la categoria 5-trasporto rifiuti pericolosi lettera f). Tale servizio potrà essere subappaltato a Ditta in possesso di tale requisito, ove indicato in sede di gara.

1.2 - SBANCAMENTI E SCAVI

ART. 24 - SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 14.01.2008, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi. Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate, previo assenso della Direzione dei Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie. La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione

alle precedenti disposizioni. Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto dell'art. 36 del Capitolato Generale d'Appalto approvato con D.M. n. 45 di data 19/04/2000.

ART. 25 - SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE

Il compenso per i lavori di cui al presente articolo, in quanto non sia espressamente altrimenti stabilito, è conglobato nel prezzo fissato per gli scavi.
Gli scavi ed i rialzi saranno eseguiti nelle precise forme e dimensioni risultanti dai relativi profili, usandosi poi di ogni esattezza nello scavare fossi, nell'appianare e sistemare le banchine e nel rendere perfettamente allineati i lembi della strada.
Per l'abbattimento e trasporto di piante che si troveranno in corrispondenza degli scavi e dei rilevati non verrà corrisposto alcun compenso.
Le piante abbattute passeranno in proprietà all'Impresa.

a) **Scavi di sbancamento**: per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratte stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.
   Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la D.L., per fondazioni di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.
   L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla D.L. anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di offerta.
b) **Scavi di fondazione**: per scavi di fondazione si intendono quelli praticati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o del punto più depresso delle trincee o sfaldamenti precedentemente eseguiti od in altre parole saranno considerati come scavi di fondazione soltanto quelli che risultino incassati su tutti i lati verticali.
   Gli scavi occorrenti alle fondazioni delle opere murali, saranno spinti alla necessaria profondità sino a terreno stabile, in modo da rimuovere, a giudizio della D.L., ogni pericolo di cedimento o di scalzamento per forza delle acque. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, sarà disposto a gradini con leggera pendenza verso monte.
   Per gli scavi di fondazione il volume sarà determinato da un solido con pareti verticali avente per base la proiezione orizzontale delle murature di fondazione e per altezza la media differenza di livello tra il piano di fondazione e il piano in corrispondenza al quale lo scavo incomincia ad avere i caratteri di cui sopra.
   Nel prezzo esposto per gli scavi di fondazione è compreso l'onere per il maggior scavo per scarpate e per sbadacchiature come pure il compenso per armature, puntellature, sbadacchiature, esaurimenti d'acqua e per pulire e sistemare il terreno attorno ai manufatti ed opere d'arte per i quali si è reso necessario il detto scavo di fondazione.

ART. 25bis - BLINDAGGIO DEGLI SCAVI

Il blindaggio degli scavi dovrà essere eseguito mediante l'uso di pannelli metallici autoaffondanti ad elementi infissi tipo 'Krings' o similari, opportunamente sbadacchiati, armati e controventati per quanto occorra, e si intende comprensivo degli oneri di infissione, estrazione, nolo, smontaggio e quant'altro necessario ai fini della perfetta regola d'arte.
Esso sarà costituito da travi-guida metalliche a semplice, doppio o triplo binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli. Esse saranno dotate di distanziatori metallici regolabili nel numero e delle dimensioni ricavate da calcolo e quindi variabili a seconda della natura dei terreni e delle profondità di scavo da contrastare e dalla necessità del mantenimento del traffico laterale ai medesimi.
Tali particolari accorgimenti dovranno essere adottati per gli scavi delle trincee, ove previsto dal progetto; in tal caso, a partire dalla profondità di scavo di m. 1,5 quando il terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, dovrà procedersi come segue: l'affondamento dello scavo dovrà essere sempre accompagnato o preceduto

dalla contemporanea infissione di robusti pannelli di acciaio opportunamente contrastati da vitoni a doppio effetto.
La scelta della pannellatura, comunque, deve essere concordata, ai fini della robustezza, con la Direzione dei lavori e il CSE, la quale si riserva il diritto di rifiutarla se giudicata inidonea.
Per l'escavazione nei tratti liberi e privi di ostacoli nel sottosuolo non vi sono particolari accorgimenti da adottare, salvo quello del contemporaneo affondamento dei pannelli e dello scavo: altro discorso è da farsi per l'escavazione dei tratti occupati da "servizi" gas, telefono, acqua, energia elettrica, ecc...).
Ogni ostacolo dovrà essere preventivamente individuato con precisione mediante opportuni scavi, e ciò allo scopo di programmare l'impiego di pannelli di minor lunghezza per avvicinare il più possibile lo scavo all'ostacolo.
L'affondamento dello scavo dalle due parti dell'ostacolo procederà di pari passo fino a scoprire l'oggetto da attraversare (che dovrà essere diligentemente sospeso a travi e protetto contro gli urti accidentali), e al di sotto dello stesso fino alla quota di progetto. Per evitare il franamento delle parti dello scavo non protette dai pannelli di acciaio, si provvederà al loro blindaggio con tavole di opportuno spessore, (eventualmente contrastate con vitoni, se il tratto scoperto fosse lungo) e disposte orizzontalmente, con le estremità infilate a tergo dei pannelli stessi. Lo scavo nei tratti scoperti dovrà essere effettuato con molta cura onde evitare danneggiamenti dell'oggetto attraversato, provvedendo anche a far disattivare il servizio se le operazioni nelle sue vicinanze costituissero un pericolo per il personale.
Se le attrezzature di cui disporrà l'Impresa saranno di tipo differente da quella descritta potranno essere parimenti diversi sia i modi di affondamento sia le modalità per l'attraversamento dei servizi, tuttavia il risultato non dovrà differire nei due casi.
Non dovrà comunque avvenire che i servizi esistenti nel sottosuolo abbiano a soffrire a causa dello scavo in trincea di qualunque natura, e si dovranno evitare movimenti nel terreno circostante (e quindi lesioni alla superficie del piano di campagna).

ART. 26 - SCAVI IN ROCCIA CON AUSILIO DI SISTEMI NON DETONANTI

Nelle parti di scavo in roccia per le quali verrà espressamente richiesto dalla D.L. l'Impresa dovrà provvedere all'uso di sistemi non detonanti costituiti da cartucce cilindriche al cui interno sarà racchiusa una miscela propellente non detonante costituita essenzialmente da ammonio nitrato e nitrocellulosa provvista di un dispositivo di accensione elettrico.

1. **Impiego**. La tecnologia in esame dovrà essere utilizzata solo nelle parti d'opera per le quali il D.L. ne avrà ordinato l'uso. In generale si tratterà di lavori di scavo, rottura, disgaggio di rocce sia tenere che dure, demolizioni di calcestruzzo anche armato, sia in cielo aperto che in sotterraneo/al chiuso, lavorazioni anche in presenza d'acqua; lavorazioni di scavo/demolizione dove è necessario il massimo contenimento di rumore, vibrazioni e proiezioni.
2. **Caratteristiche delle cartucce.** Le cartucce saranno costituite da un involucro cilindrico di politene a bassa densità di colore rosso, di lunghezza variabile da un minimo di 75 mm ad un massimo di 300 mm e diametri di 12 mm, 28 mm, 34 mm e 60 mm contenente da 2 g fino a 500 g di propellente. Le singole cartucce dovranno riportare stampato il nome commerciale del prodotto, la classificazione ed un codice indicante i grammi di carica contenuti ed il diametro esterno della cartuccia. Le estremità delle cartucce dovranno essere sigillate per mezzo di appositi tappi in polietilene di colore giallo in modo da renderla impermeabile ed evitare perdite di carica. Dall'estremità superiore dovranno fuoriuscire i reofori dell'innesco elettrico di rame plastificato, lunghi 400 mm, 1800 mm o 3000 mm in base al diametro della cartuccia.
3. **Caratteristiche del propellente.** Il propellente sarà costituito da una miscela pirotecnica composta al 50% da un agente ossidante inorganico (ammonio nitrato) e per il rimanente 50% nitrocellulose a basso grado di nitrazione, plastificanti inerti e coformulanti atti a conferire particolari proprietà di stabilità e velocità di combustione al prodotto.
4. **Caratteristiche tecniche**. Dovranno essere rispettate le seguenti caratteristiche tecniche:
   - densità propellente 0,9 g/cm^3
   - densità cartuccia 1,1 g/cm^3
   - velocità di deflagrazione da 500 m/s a 700 m/s in funzione del grado di confinamento
   - energia di deflagrazione 0,70 MJ/kg
   - volume di gas originato 916,2 l/kg
   - massima pressione di deflagrazione 630 MPa
5. **Innesco.** Sarà di tipo elettrico con apposito esploditore avente le seguenti caratteristiche:

- resistenza elettrica dell'innesco di una singola cartuccia 0,25 ohm
- resistenza dei reofori 0,05 ohm per cartucce da 12 mm; 0,20 ohm per cartucce da 28 a 34 mm; 0,39 ohm per cartucce da 60 mm
- corrente minima (DC) 6,6 A
- impulso di accensione minimo consigliato 120 MJ/ohm
- massimo impulso di non accensione 50 MJ/ohm

6. **Classificazione.** Con riferimento al T.U.L.P.S. le cartucce saranno classificate di 1° categoria. Con riferimento alla classificazione ONU 0432 il prodotto sarà identificato come "prodotto pirotecnico ad uso tecnico". Sulla base della classificazione ADR le cartucce dovranno rientrare nella classe di rischio 1.4 "materie e oggetti esplosivi" codice di classificazione S "solidi infiammabili".

Per l'uso del prodotto l'impresa dovrà far uso di personale qualificato in possesso della licenza di fuochino ai sensi dell'art. 27 del D.P.R. 302/1956.
Sarà inoltre obbligo dell'impresa effettuare tutte le previste comunicazioni alla Autorità locale di P.S. o se questo manchi al Comando Stazione Carabinieri nonché ottenere i necessari nulla-osta per quanto riguarda acquisto, trasporto ed tenuta a deposito delle cartucce.
Nella voce prevista in Elenco Prezzi Unitari e Elenco Descrittivo delle Voci si intende compreso e compensato gli oneri per la formazione dei fori con qualsiasi mezzo in qualsiasi condizione, la fornitura e uso delle cartucce non detonanti, i brillamento, l'eventuale elaborazione del piano di tiro da parte di tecnico specializzato, gli oneri per il contenimento delle emissioni di vibrazioni e proiezione dei frammenti rocciosi.

ART. 27 - SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTO

Se dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui all'articolo "Scavi di Fondazione", l'Appaltatore, in caso di filtrazioni o acque sorgive, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, la esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo.

ART. 27bis – SISTEMA DI AGGOTTAMENTO DELLA FALDA

Le presenti indicazioni valgono per il montaggio, la modifica e la rimozione nonché la messa a disposizione e l'esercizio di impianti per aggottamenti mediante pompe aspiranti e sommerse.

1. **Generalità.** Nel corso delle proprie verifiche l'Appaltatore dovrà formulare le proprie obiezioni in particolare nei seguenti casi:
   - posizione inadeguata dei pozzi di abbattimento delle acque;
   - rischio di rifluimento del terreno o del fondo di scavo;
   - rischio di sollevamento o di assestamento di parti delle costruzioni o del prosciugamento di terreni.

   L'appaltatore deve fornire la documentazione tecnica richiesta per soddisfare le prescrizioni contenute nelle autorizzazioni per l'esercizio dell'impianto e per convogliamento dell'acqua.
   Le condizioni del terreno e dell'acqua che si discostassero dalle indicazioni contenute nella descrizione dei lavori, vanno immediatamente comunicate al committente. Le misure da prendere vanno concordate con la D.L..
   Se si presenta il rischio di un eccessivo innalzamento del livello di falda e di un rifluimento del terreno, l'appaltatore deve immediatamente prendere le misure necessarie per prevenire danni ed informare la D:L... Le ulteriori misure richieste per prevenire o eliminare danni vanno definite di comune accordo.
   I danni che possono essersi verificati a causa dell'aggottamento, vanno immediatamente comunicati alla D.L. ed committente.
2. **Impianto di aggottamento.** L'appaltatore è tenuto a dimensionare il volume, la portata, il grado di efficienza e la sicurezza dell'impianto di aggottamento in conformità alle indicazioni o alla documentazione di progetto del committente relativa alle condizioni idrologiche e geologiche. Su richiesta egli è tenuto a verificare che l'impianto previsto è idoneo e adeguato. In tale caso egli deve precisare:
   - la disposizione generale dell'impianto,

- il tipo, la posizione, l'altezza e la profondità delle vasche di pompaggio, dei dreni e dei pozzi,
- la posizione e la portata delle pompe,
- il fabbisogno e la fonte di energia,
- la posizione, la lunghezza e il diametro delle tubazioni,
- il tipo dei controlli e della documentazione,
- le misure di sicurezza previste come gruppi elettrogeni, pompe di riserva, servizio di reperibilità, sistemi di segnalazione di allarme.

Deroghe essenziali alle indicazioni fornite sono ammesse solo col consenso della D.L..
Se è stato concordato l'approntamento di impianti di riserva, questi vanno predisposti in maniera che il convogliamento dell'acqua avvenga senza pregiudizievoli interruzioni di esercizio.

3. **Convogliamento e scarico dell'acqua.** La quantità d'acqua convogliata ed il suo contenuto di materiale sedimentabile devono essere misurati. L'aspetto e l'odore dell'acqua convogliata vanno controllati continuativamente. Gli esiti delle misure e dei controlli sono da documentare.
   Per il prelievo e lo scarico d'acqua di falda serve l'autorizzazione ai sensi del 124 del D.Lgs. 152/2006.
4. **Risalita del livello dell'acqua.** L'appaltatore non può consentire che il livello abbattuto dell'acqua torni a risalire se non a seguito di accordo con la D.L..
   Le misure di protezione concordate per prevenire le conseguenze di una risalita accidentale e improvvisa del livello dell'acqua vanno predisposte in maniera da poter essere attivate immediatamente in caso di bisogno. Se si avverano circostanze che lasciano presagire una pericolosa risalita dell'acqua, esse vanno immediatamente comunicate alla D.L... Le misure richieste vanno definite di comune accordo.
5. **Prestazioni accessorie.** Prestazioni accessorie in carico all'Impresa esecutrice sono le seguenti:
   Verifica dello stato delle strade, della superficie del suolo, dei collettori e simili.
   Controllo e documentazione del livello della falda freatica all'interno del cantiere.
   Controllo della funzionalità dell'impianto di aggottamento.
   Analisi del terreno, dell'acqua, analisi idrologiche.
   Montaggio, messa a disposizione, esercizio e rimozione di dispositivi automatici di rilevamento dati e registrazione e documentazione dei dati rilevati.
   Montaggio, messa a disposizione, esercizio e rimozione di dispositivi di misuratori di portata e di rilevamento delle proprietà dell'acqua.
   Montaggio, messa a disposizione e rimozione di tubi o sonde piezometriche.
   Osservazione e verbalizzazione del livello della falda freatica all'esterno del cantiere.
   Preparazione dei canali di raccolta e dei collettori e ripristino degli stessi.
   Modifiche di parti dell'impianto di aggottamento per motivi particolari riferiti alla sua funzionalità.
   Conservazione nel terreno di parti degli impianti su richiesta della D.L..
   Compensi e diritti a favore di terzi per il prelievo nonché per lo scarico e l'immissione dell'acqua.
   Esercizio di prova dell'impianto di aggottamento.
   Smobilizzo e riempimento di vasche di pompaggio.
   Acquisizione di concessioni di enti pubblici e di permessi prima dell'inizio dei lavori.
   Realizzazione, manutenzione e sgombero di condotte sospese e sovrappassi nonché dell'esecuzione e del riempimento di trincee per la posa di condutture.
   Trattamento delle acque.
   Montaggio, messa a disposizione, esercizio e smontaggio di fonti di energia d'emergenza.
   Posa in opera ed impermeabilizzazione di elementi per l'intersezione di costruzioni.
   Raccolta di tutte le documentazioni e dei risultati delle misure eseguite.

ART. 28 - MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI STRADALI E DA DEMOLIZIONI

Le materie provenienti dagli scavi d'apertura della strada, non impiegate in rialzo, e non utilizzabili per la formazione dell'inghiaiata, del sottofondo delle costruzioni delle opere d'arte, dovranno essere trasportate e sistemate senza alcun compenso speciale a rifiuto a distanza dal ciglio delle scarpate dei tagli, non mai minore dell'altezza di questi, o in siti ove il loro deposito riesca di nessuno o del minore danno possibile alle proprietà.
In ogni caso le eventuali indennità per danni inerenti ai depositi sono a carico dell'Impresa.
La D.L. potrà pure ordinare che parte delle materie di rifiuto vengano impiegate nella formazione di piazzette di deposito e l'Impresa dovrà corrispondere a tale richiesta senza diritto a speciali compensi.
I materiali provenienti da demolizioni di murature, edifici, o dagli scavi passeranno in proprietà dell'Impresa che degli stessi farà l'uso che riterrà più opportuno, salvo il giudizio sulla loro idoneità per l'impiego nei lavori, spettanti alla D.L.. Di tale agevolazione è stato tenuto conto nella determinazione dei prezzi unitari.

Per le demolizioni di muratura di pietrame non verrà corrisposto alcun compenso speciale dovendosi ritenere tale lavoro sufficientemente compensato dal valore dei materiali ricavati e dal prezzo dello scavo di sbancamento, in terra, del quale verrà compreso.

1.3 – TRASPORTI A DISCARICA, INDENNITA'

ART. 29 – GENERALITA'

Il carico su mezzo di trasporto, il trasporto a rilevato o a rinterro nell'ambito del cantiere fino alla distanza di 1000 m con il ritorno a vuoto, fanno parte della prestazione contrattuale.
La scelta dei percorsi di trasporto per l'eventuale allontanamento del materiale in esubero, spetta all'Appaltatore. Egli dovrà comunque scegliere il percorso più breve e proporlo per approvazione al Direttore dei Lavori.
I materiali inerti o meno non recuperabili (rifiuto), recuperabili e riutilizzabili (sottoprodotto) provenienti dalle attività di costruzione e demolizione (C&D) o di scavo in terre e rocce, saranno conferiti presso impianto autorizzato per lo smaltimento o per le successive attività di recupero e/o lavorazione.
L'indennità di discarica si intende dedotta del valore convenzionale attribuito al materiale (art. 36 c.3 DM 145/2000 e s.m.) ed è comprensivo della selezione dei materiali non più recuperabili, dell'indennità del Centro di smaltimento, delle analisi di laboratorio per la caratterizzazione dei materiali e rifiuti effettuate in conformità alla normativa vigente.
Le quantità saranno debitamente documentate dall'Appaltatore mediante il "Formulario di Identificazione del Rifiuto" o "Documento di rintracciabilità" ed accettate dalla Direzione Lavori.

1.4 - FORMAZIONE DI RILEVATI E REINTERRI

ART. 30 - PREPARAZIONE DEL TERRENO SU CUI DEBBONO ELEVARSI I RILEVATI

Non si cominceranno i rilevati senza prima preparare convenientemente il suolo, allontanandolo, senza speciale compenso, piante, ceppaie, humus, cotenne erbose, cespi, etc..
Qualora il terreno fosse troppo inerbato, invece di guastarne la crosta, si dovrà scavarne intatte le piote, per metterle in disparte ed impiegarle poi a guarnire i lembi di strada ed a rivestire le scarpate come sarà ordinato nell'atto di esecuzione e ciò senza alcun compenso speciale.
Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto.
Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. U.N.I. 10006/2002 di cui alla tabella riportata nella pagina seguente.
I piani suddetti saranno di norma stabiliti alla quota di cm 20 al di sotto dei piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.
Quando alla suddetta quota si rinvengano terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm , in modo da aggiungere una densità secca pari ad almeno il 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.
Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 la D.L. potrà ordinare a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiali per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A1 e A3.
Nei terreni in sito particolarmente sensibili aviazione delle acque, occorrerà tenere conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi.
Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione del piano di posa dei rilevati su terreni naturali. In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la

formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa. Si farà luogo quindi al riempimento dei gradoni con il materiale prominente dallo scavo di questi, se ritenuto idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.
La D.L. si riserva di controllare il comportamento globale del piano di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione Me, determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di Me misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm^2, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm^2.
Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8, la D.L. potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio della D.L. e si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla D.L. mediante la misurazione del modulo di compressibilità Me il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo, di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm^2, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm^2.
Nei tratti a forte pendio la superficie del suolo sarà disposta a scaglioni leggermente inclinati verso monte, onde le materie di riporto prendano sui medesimi uno stabile assestamento, precauzione questa che si userà ugualmente nel fare i riempimenti dietro i muri di sostegno per diminuirne la spinta. Per i lavori di preparazione del terreno su cui debbono elevarsi i rilevati come sopra specificati come pure per la preparazione degli scaglioni nei tratti a forte pendio non è previsto alcun compenso, essendo lo stesso già compreso nel prezzo unitario fissato per gli scavi rispettivamente per i rilevati.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE SECONDO LE NORME U.N.I. 10006/2002

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35 %							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35 %					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤ 50 ≤ 30 ≤ 15	≤ 50 ≤ 25	> 50 ≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332 Limite liquido Indice di plasticità	≤ 15		N. P.	≤ 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10 max	≤ 40 > 10	> 40 > 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 > 10 (IP ≤ LL-30)	> 40 > 10 (IP > LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Meida	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elev.	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno o nero - Facilmente individuabili a vista

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

ART. 31 - FORMAZIONE DI RILEVATI

Per la composizione dei rilevati si impiegheranno materiali idonei provenienti dagli scavi della strada (tanto di sbancamento quanto di fondazione) escluso il terreno vegetale che sarà utilizzato per la formazione degli arginelli e delle rampe dei rilevati.
Quando questi materiali non fossero sufficienti vi si supplirà con altri scavati, o, come si suole dire, presi a prestito nelle campagne adiacenti alla strada, scegliendo quelli più adatti che i luoghi somministrino.
Nel caso che questi ultimi debbano prendersi lateralmente alla strada, si avvertirà di lasciare fra il piede della scarpata della strada stessa ed il ciglio degli scavi un intervallo pari in larghezza alla loro profondità ed inoltre di terminare gli scavi medesimi con scarpe a 45° almeno.
I rialzi si eseguiranno a strati o cordoni regolari per tutta la larghezza del rilevato, assegnando a ciascuno di questi un'altezza non superiore ai 50 cm secondo la natura delle materie e a discrezione della D.L., le quali ad ogni strato dovranno essere convenientemente rullate con rullo vibrante del peso statico di 8 t per ottenere il perfetto assestamento del corpo stradale.
Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).
Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità Me, definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm^2, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm^2.
Al fine di assicurare il dovuto grado omogeneità qualitativa del rilevato dovranno essere eseguite almeno le seguenti verifiche del sopra citato modulo di compressibilità Me:

	Frequenza delle prove (almeno una ogni …)	
Sottofondo	2.000 mq	
Corpo del rilevato	1.000 mc/sui primi 5.000 mc	5.000 mc/sui mc successivi
Ultimo strato del rilevato	1.500 mq	
Cassonetto e finitura	1.000 mq	

In ogni caso, qualora sia prevista l'esecuzione di rilevati dovranno essere eseguite almeno tre prove del modulo di compressibilità Me (sottofondo, ultimo strato del rilevato, cassonetto o finitura superficiale); nel caso di interventi in trincea dovranno essere eseguite almeno due prove del modulo di compressibilità Me (sottofondo e cassonetto o finitura superficiale).
Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo aver certificato mediante le prescritte prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.
Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.
Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.
Se nel rilevato avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.
In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli geotessili in strisce contigue opportunamente sovrapposte sui bordi per almeno 40 cm. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle specificate nel rispettivo articolo dell'Elenco Prezzi.
In relazione alle caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e in genere allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato la D.L. potrà ordinare:

- la stesa di teli geotessili, anche con funzione anticontaminante;
- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare.

Lo strato granulare con funzione anticapillare dovrà avere uno spessore compreso tra 30 e 50 cm e sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da mm 2 a mm 50 con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0.075 mm non superiore al 3%. Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, ecc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.
Sarà data al rialzo una larghezza alquanto maggiore di quella che dovrà avere a lavoro finito, per poterne ritagliare le scarpe e profilare i lembi delle banchine dopo che le materie si siano sufficientemente associate, dovendosi per quanto possibile evitare il bisogno di sovrapporre nuove materie a quelle già consolidate. Che se questa necessità si presentasse, dovrà con appositi tagli e gradini, da praticarsi senza alcun compenso speciale, essere collegato il vecchio col nuovo terrapieno, intendendosi tale lavoro compensato nel prezzo di

scavo o di riporto, pagato nel solito modo di valutazione dei movimenti di terra, prescindendo cioè dallo scavo fatto per l'esecuzione dei gradoni.
Ad ogni modo la superficie delle scarpe dei rialzi sarà regolarmente spianata e, successivamente, ben composta, battuta e quindi seminata nella misura di 120 kg/ha di semente.
Le scarpe dei tagli saranno, secondo la natura e la tenacità del terreno, regolate nel modo indicato dai profili d'arte allegati ai disegni del progetto, nonché ben battute e cigliate.
Nella formazione della scarpata dei rialzi si avrà cura che lo strato superiore sia composto di terreno vegetale dello spessore di circa 20 cm ove vi possano, per la maggior stabilità del terrapieno, germogliare le erbe e quei semi che prescriverà la Direzione dei lavori e che l'Impresa dovrà farvi spargere senza alcun compenso speciale. La terra vegetale se non reperibile negli scavi verrà pagata a parte.
Per i rialzi che fossero sostenuti da muri si dovranno a preferenza impiegare materie grosse, ghiaiose, o pietra da rifiuto, disposte in modo da produrre la minore spinta possibile contro gli stessi muri.
In rapporto al pH. dei terreni, la D.L. prescriverà, se del caso, la concimazione di fondo, mentre l'Impresa è tenuta, in base alle caratteristiche del terreno, a sottoporre alla D.L. per la sua approvazione il tipo di miscuglio che verrà adottato. Tale lavoro verrà eventualmente compensato a parte.
Per le scarpate in trincea, in corrispondenza delle linee di incontro tra le superfici delle scarpate ottenute e le contigue superfici, il terreno sarà se richiesto accuratamente raccordato, anche lungo le linee di incontro tra due diversi superfici ottenute entrambe artificialmente.
A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa è obbligata a provvedere a dare ai rilevati l'acqua occorrente per un rapido assestamento degli stessi. Questa prestazione verrà conteggiata a parte.

ART. 32 – UTILIZZO DEI MATERIALI RICICLATI

Si considerano prodotti riciclati i materiali provenienti da attività di recupero e lavorazione di rifiuti speciali non pericolosi inerti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione (C&D) o costituiti da materiali di scarto derivanti da processi artigianali/industriali e trasformati in materia prima secondaria mediante idonea operazione di recupero eseguita presso impianti allo scopo autorizzati ai sensi del Capo IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale).
In attuazione del D.M dell'Ambiente 8 maggio 2003, n. 203 e dei relativi provvedimenti attuativi di natura non regolamentare, la realizzazione di manufatti e la fornitura di beni di cui al comma 3, purché compatibili con i parametri, le composizioni e le caratteristiche prestazionali stabiliti con i predetti provvedimenti attuativi, deve avvenire mediante l'utilizzo di materiale riciclato utilizzando rifiuti derivanti dal post-consumo, nei limiti in peso imposti dalle tecnologie impiegate per la produzione del materiale medesimo.
I manufatti e i beni di cui al comma 1 sono i seguenti:
a) corpo dei rilevati di opere in terra di ingegneria civile;
b) sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali e di piazzali civili e industriali;
c) strati di fondazione delle infrastrutture di trasporto e di piazzali civili e industriali;
d) recuperi ambientali, riempimenti e colmate;
e) strati accessori (aventi funzione anticapillare, antigelo, drenante, etc.);
f) calcestruzzi con classe di resistenza Rck 15 Mpa, secondo le indicazioni della norma UNI 8520-2, mediante aggregato riciclato conforme alla norma armonizzata UNI EN 12620:2004.
L'appaltatore è obbligato a richiedere le debite iscrizioni al Repertorio del Riciclaggio per i materiali riciclati e i manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato, con le relative indicazioni, codici CER, quantità, perizia giurata e ogni altra informazione richiesta dalle vigenti disposizioni.
L'appaltatore deve comunque rispettare le disposizioni in materia di materiale di risulta e rifiuti, di cui agli articoli da 181 a 198 e agli articoli 214, 215 e 216 del D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i..

Controlli preliminari
Prima dell'impiego dei materiali, l'Impresa dovrà consegnare alla D.L. la documentazione tecnica relativa ai materiali che intende impiegare nella costruzione dell'opera.
Più precisamente la qualifica ed accettazione dei materiali dovrà essere conforme ai requisiti di idoneità ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 ed ai requisiti specificati negli articoli precedenti delle presenti Norme tecniche relativi alle caratteristiche geometriche, fisiche, compositive e di ecocompatibilità.
Per quanto riguarda i materiali legati il Produttore dovrà effettuare uno studio di miscela per ogni prodotto che intende fornire completo dei requisiti dei materiali costituenti, delle caratteristiche delle miscele ottimali (mix design) e delle percentuali di dosaggio.

La documentazione tecnica dovrà essere costituita dalle Dichiarazioni del Produttore del materiale e dai rapporti di prova eseguiti sui materiali da Laboratori qualificati con sistema di gestione conforme alla Norma UNI EN ISO 9001. Ogni singolo requisito dovrà essere documentato da un rapporto di analisi.
Dopo avere accertato la conformità ai requisiti richiesti, relativi ai materiali ed alle miscele, la D.L. procederà con l'accettazione dei materiali che l'Impresa intende impiegare.
In ogni caso l'Impresa sarà tenuta a comunicare tempestivamente alla D.L. eventuali nuovi Produttori o variazioni delle caratteristiche dei materiali per la nuova verifica di accettazione.
I rapporti delle analisi chimiche dovranno essere firmati da professionisti abilitati ed iscritti all'ordine dei chimici.
Gli oneri relativi all'esecuzione delle prove per la verifica di conformità alle presenti Norme Tecniche sono a carico dell'Impresa.

Controlli in fase esecutiva
L'Impresa dovrà assicurare il mantenimento continuo delle caratteristiche dei materiali qualificati ed accettati per tutta la durata delle forniture e delle lavorazioni. Sarà cura della D.L. procedere con l'esecuzione di verifiche periodiche per accertare la continua conformità dei materiali e delle lavorazioni alle prescrizioni delle presenti Norme tecniche.
Tali verifiche periodiche delle caratteristiche tecniche e chimiche (test di cessione) del materiale da collocare in opera, ove possibile, dovranno coincidere con i controlli periodici in produzione che il Produttore deve effettuare secondo quanto previsto dalle Norme armonizzate applicabili. Nel caso in cui le prove di laboratorio non siano relative al materiale depositato e destinato ad essere impiegato nell'opera, la D.L. potrà procedere con ulteriori verifiche per assicurare la continua conformità dei materiali qualificati.
Le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite presso i Laboratori Provinciali o altri Laboratori qualificati con sistema di gestione conforme alla Norma UNI EN ISO 9001.
I rapporti delle analisi chimiche dovranno essere firmati da professionisti abilitati ed iscritti all'ordine dei chimici. Le modalità di prelevamento dei campioni ed esecuzione delle analisi di laboratorio dovranno essere conformi alla normativa vigente.
I campioni verranno prelevati in contraddittorio e devono essere conservati presso il Laboratorio incaricato, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. Il prelevamento del campione dovrà essere accompagnato dal Verbale di campionamento e dovrà sempre essere assicurato il principio della rappresentatività del materiale da sottoporre ad analisi.
Gli addetti del Laboratorio e della D.L., dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la produzione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.
Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di posa dovranno agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere, a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.
Salvo diverse disposizioni impartite dalla D.L. la frequenza dei controlli in fase esecutiva è riportata nei seguenti paragrafi in base al tipo di prodotto/lavorazione.
Gli oneri relativi all'esecuzione delle prove indicate per la verifica di conformità alle presenti Norme Tecniche in fase esecutiva sono a carico del Committente.
Il controllo delle caratteristiche delle opere eseguite con i prodotti riciclati non legati deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali forniti e sulle lavorazioni.
Nella tabella seguente (Tab. A1) sono riportati i controlli da effettuare sui materiali costituenti:

Tab. A1 – Controlli periodici sui materiali costituenti

MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
Aggregato misto e granulare (riciclato e di integrazione)	Impianto di trattamento, cantiere di posa.	• caratteristiche fisiche; • caratteristiche geometriche; • caratteristiche chimiche.	A richiesta della D.L. o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Bitume	Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa.	• Rapporto di espansione; •Tempo di semitrasformazione.	Giornaliero
		• Caratteristiche del bitume.	Ogni 2.000 m^2 di materiale posato
Emulsione bituminosa	Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa.	• Caratteristiche del bitume residuo.	
I controlli sui materiali costituenti sono effettuati in base alle specifiche adottate.			

La verifica sulle miscele sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale, validata ed accettata dalla D.L., vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici.
Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sulla miscela prelevata all'impianto di produzione o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norme vigenti ed i metodi di preparazione dei campioni dovranno essere conformi alle prescrizioni richieste.
Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nella seguente tabella (Tab. A2):

Tab. A2 – Controlli periodici sulle miscele

REQUISITO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Composizione granulometrica	Impianto di trattamento, cantiere di posa	Ogni 2.000 m^2 (prodotti legati) Ogni 1.000 m^3 (prodotti non legati)
Contenuto di legante (bitume o emulsione bituminosa)		Ogni 2.000 m^2

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche dello strato, sono riportati nella seguente tabella (Tab. A3):

Tab. A3 – Controlli periodici sulle lavorazioni

REQUISITO	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA
Densità in situ	Cantiere di posa	Ogni 1.000 m^2
Grado di compattazione		Ogni 2.000 m^2
Resistenza a trazione indiretta		
Resistenza a compressione		
Spessore dello strato		Ogni 1.000 m^2

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole lavorazioni, la D.L. effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

1 – AM-R-C1-125 AGGREGATO MISTO GRANULARE RICICLATO PER RILEVATO (D max 125)

Il prodotto specificato deve provenire da impianti regolarmente autorizzati all'esercizio in conformità alla normativa vigente.

1.1 Caratteristiche del prodotto

1.1.1 Requisiti geometrici

I materiali devono essere designati in conformità alla Norma UNI EN 13242.
Le caratteristiche geometriche degli aggregati riciclati impiegati nel corpo del rilevato devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 3):

Tab. 3 – Requisiti geometrici del materiale riciclato per il corpo del rilevato

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Dimensione dell'aggregato (designazione)	UNI EN 933-1	d/D	mm	valore dichiarato
Dimensione massima dell'aggregato		D_{max}	mm	125
Percentuale di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	valore dichiarato
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	F	%	≤ 15
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 20
Valore di blu	UNI EN 933-9	MB	-	valore dichiarato

La composizione granulometrica della miscela deve rispettare i limiti dimensionali riportati nella seguente tabella (Tab. 4):

Tab. 4 – Composizione granulometrica del materiale riciclato per il corpo del rilevato

REQUISITO	NORMA	UM	SETACCIO	PASSANTE	
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	%	mm	min	max
			63	85	100
			4	0	60
			0,063	0	15

1.1.2 Requisiti fisici e di durabilità'

Le caratteristiche fisiche degli aggregati riciclati impiegati nel corpo del rilevato devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 5):

Tab. 5 – Requisiti fisici del materiale riciclato per il corpo del rilevato

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 45
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	M_{DE}	%	valore dichiarato
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 4

1.1.3 Requisiti chimici, componenti ed ecocompatibilità

I materiali riciclati devono appartenere alle tipologie previste dal D.M. 5 febbraio 1998.
Le sostanze componenti ed il contenuto percentuale ammesso sono riportate nella seguente tabella (Tab. 6):

Tab. 6 – Componenti del materiale riciclato per il corpo del rilevato

REQUISITO	NORMA	UM	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, ceramici, malte, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo UNI EN 13242).	UNI EN 13285 (Separazione visiva al setaccio 8 mm)	%	> 70
Vetro e scorie vetrose			≤ 15
Conglomerati bituminosi			≤ 25
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente.			≤ 15 (totale) ≤ 5 (singolo)
Materiali deperibili: carta, legno, fibre, cellulosa, sostanze organiche eccetto bitume; materiali plastici			≤ 0,1
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, etc.)			≤ 0,6

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 riportate nella tabella precedente.
Qualora il materiale venga posizionato a contatto con strutture in calcestruzzo il contenuto di solfato solubile in acido (AS), determinato secondo la Norma UNI EN 1744-1, deve essere inferiore a 0,8 per cento (categoria massima AS0,8).
Il Produttore deve effettuare la verifica di rilascio di eventuali sostanze (test di cessione) secondo le Norme UNI 10802 (Appendice A) e UNI EN 12457-2. I valori riscontrati per i parametri di riferimento devono essere conformi all'Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998, così come modificato dal D.M. 5 aprile 2006 n. 186.
Nella tabella seguente (Tab. 7) sono riportati i parametri di riferimento.

Tab. 7 – Controllo dei parametri di ecocompatibilità (test di cessione) per opere edili e stradali

N.	PARAMETRO	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
1	Acidità	pH	unità pH	da 5,5 a 12,0
2	Domanda Chimica di Ossigeno	COD	mg/l	30
3	Amianto	-	mg/l	30
4	Arsenico	As	g/l	50
5	Bario	Ba	mg/l	1
6	Berillio	Be	g/l	10
7	Cadmio	Cd	g/l	5
8	Cianuri	Cn	g/l	50
9	Cloruri	Cl	mg/l	100
10	Cobalto	Co	g/l	250
11	Cromo totale	Cr	g/l	50
12	Fluoruri	F	mg/l	1,5
13	Mercurio	Hg	g/l	1
14	Nichel	Ni	g/l	10
15	Nitrati	NO3	mg/l	50
16	Piombo	Pb	g/l	50
17	Rame	Cu	mg/l	0,05
18	Selenio	Se	g/l	10
19	Solfati	So4	mg/l	250
20	Vanadio	V	g/l	250
21	Zinco	Zn	mg/l	3
NORME DI RIFERIMENTO: le analisi sui campioni devono essere effettuate secondo metodiche standardizzate o riconosciute valide a livello nazionale, comunitario o internazionale.				

1.1.4 Requisiti geotecnici del prodotto

Le proprietà geotecniche del materiale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 8):

Tab. 8 – Requisiti geotecnici del materiale riciclato per il corpo del rilevato

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W_L	%	≤ 40
Indice di plasticità		I_p	%	≤ 10
Curva di costipamento Proctor modificata	UNI EN13286-2	-	% - g/cm3	valore dichiarato
Scostamento dell'umidità (rispetto al contenuto ottimale Proctor)	UNI EN13286-2	W	punti percentuali	< 5
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	> 30

1.2 Caratteristiche del rilevato

1.2.1 Esecuzione del piano di appoggio del rilevato

Immediatamente prima della costruzione del rilevato, l'impresa deve procedere alla rimozione ed asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di appoggio risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno delle acque piovane.
Di norma, il piano di appoggio dei rilevati è stabilito alla quota di 20 cm al di sotto del piano di campagna ottenuto mediante esecuzione di scavo di sbancamento.
Nel caso in cui il rilevato debba poggiare su declivi con pendenza superiore a 15 % circa, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa del rilevato con superficie di appoggio eventualmente in leggera pendenza. I gradoni devono avere larghezza costante ed altezza regolare compatibilmente con le esigenze di cantiere e con le dimensioni dei mezzi meccanici impiegati.
La regolarità del piano di posa dei rilevati deve essere approvata dalla D.L., previa ispezione e controllo. In presenza di strati di materiali torbosi o coesivi, suscettibili di futuri cedimenti, la D.L. può disporre l'esecuzione di ulteriori scavi di sbancamento per rimuovere i materiali non idonei.
Qualora si rilevi sul piano di appoggio una portanza inferiore a quella attesa, la D.L. può disporre il rifacimento delle lavorazioni nelle aree dove le caratteristiche geotecniche non risultano conformi.

1.2.2 Formazione del rilevato

Il rilevato è eseguito a strati, regolari per tutta la larghezza, dello spessore non superiore a 0,4 m.
Ogni strato deve essere compattato con idoneo rullo vibrante per ottenere il completo assestamento del corpo stradale e raggiungere i requisiti di massima densità. La rullatura può avere luogo solo quando lo scostamento dell'umidità del materiale rientra nella tolleranza definita (Tab. 8).
Qualora il materiale si presenti eccessivamente secco, l'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura fino al raggiungimento del grado di umidità ottimale. In caso di umidità eccessiva si deve provvedere a ridurre il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. Ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali da pregiudicare la buona riuscita del lavoro la D.L. potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'Impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo.
L'accertamento della portanza del rilevato deve essere effettuato su ogni singolo strato. Non è consentito procedere con la realizzazione dello strato successivo se la portanza dello strato di appoggio risulta inferiore al valore prescritto (Tab. 8).
Ogni strato deve presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti. Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.
Le caratteristiche del materiale in opera devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 9):

Tab. 9 – Caratteristiche del corpo del rilevato realizzato con materiale riciclato

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Densità in situ (°) (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	-	%	> 90
Modulo di deformazione	CNR 146	M_D	MPa	> 30
Spessore dello strato	-	S	M	± 5% S progetto

(°) il valore prescritto è applicabile per strati con pendenza non superiore a 10%

2 – AM-R-C2-63 AGGREGATO MISTO GRANULARE RICICLATO PER SOTTOFONDO (D max 63)

Il prodotto specificato deve provenire da impianti regolarmente autorizzati all'esercizio in conformità alla normativa vigente.

2.1 Caratteristiche del prodotto

2.1.1 Requisiti geometrici

I materiali devono essere designati in conformità alla Norma UNI EN 13242.

Le caratteristiche geometriche degli aggregati riciclati impiegati nel sottofondo stradale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 10):

Tab. 10 – Requisiti geometrici del materiale riciclato per il sottofondo stradale

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Dimensione dell'aggregato (designazione)	UNI EN 933-1	d/D	mm	valore dichiarato
Dimensione massima dell'aggregato		D_{max}	mm	63
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35
Indice di forma dell'aggregato grosso	UNI EN 933-4	SI	%	≤ 40
Percentuale di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	valore dichiarato
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	F	%	≤ 15
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 30
Valore di blu	UNI EN 933-9	MB	-	valore dichiarato

La composizione granulometrica della miscela deve rispettare i limiti dimensionali riportati nella seguente tabella (Tab.11):

Tab. 11 – Composizione granulometrica del materiale riciclato per il sottofondo stradale

REQUISITO	NORMA	UM	SETACCIO	PASSANTE	
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	%	mm	min	max
			63	100	100
			4	0	60
			0,063	0	15
Il rapporto tra il passante al setaccio 0,5 mm ed il passante al setaccio 0,063 mm deve essere > 1,5					

2.1.2 Requisiti fisici e di durabilità

Le caratteristiche fisiche degli aggregati riciclati impiegati nel sottofondo stradale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 12):

Tab. 12 – Requisiti fisici del materiale riciclato per il sottofondo stradale

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 45
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	M_{DE}	%	≤ 40
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2

2.1.3 Requisiti chimici, componenti ed ecocompatibilità

I materiali riciclati devono appartenere alle tipologie previste dal D.M. 5 febbraio 1998 e ss.mm.i..
Le sostanze componenti ed il contenuto percentuale ammesso sono riportate nella seguente tabella (Tab. 13):

Tab. 13 – Componenti del materiale riciclato per il sottofondo stradale

REQUISITO	NORMA	UM	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, ceramici, malte, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo UNI EN 13242).	UNI EN 13285 (Separazione visiva al setaccio 8 mm)	%	> 80
Vetro e scorie vetrose			≤ 10
Conglomerati bituminosi			≤ 15
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente.			≤ 15 (totale) ≤ 5 (singolo)
Materiali deperibili: carta, legno, fibre, cellulosa, sostanze organiche eccetto bitume; materiali plastici			≤ 0,1
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, etc.)			≤ 0,4

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 riportate nella tabella precedente.
Qualora il materiale venga posizionato a contatto con strutture in calcestruzzo il contenuto di solfato solubile in acido (AS), determinato secondo la Norma UNI EN 1744-1, deve essere inferiore a 0,8 per cento (categoria massima AS0,8).
Il Produttore deve effettuare la verifica di rilascio di eventuali sostanze (test di cessione) secondo le Norme UNI 10802 (Appendice A) e UNI EN 12457-2. I valori riscontrati per i parametri di riferimento devono essere conformi all'Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 così come modificato dal D.M. 5 aprile 2006 n. 186.
Nella seguente tabella (Tab. 14) sono riportati i parametri di riferimento:

Tab. 14 – Controllo dei parametri di ecocompatibilità (test di cessione) per opere edili e stradali

N.	PARAMETRO	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
1	Acidità	pH	unità pH	da 5,5 a 12,0
2	Domanda Chimica di Ossigeno	COD	mg/l	30
3	Amianto	-	mg/l	30
4	Arsenico	As	g/l	50
5	Bario	Ba	mg/l	1
6	Berillio	Be	g/l	10
7	Cadmio	Cd	g/l	5
8	Cianuri	Cn	g/l	50
9	Cloruri	Cl	mg/l	100
10	Cobalto	Co	g/l	250
11	Cromo totale	Cr	g/l	50
12	Fluoruri	F	mg/l	1,5
13	Mercurio	Hg	g/l	1
14	Nichel	Ni	g/l	10
15	Nitrati	NO3	mg/l	50
16	Piombo	Pb	g/l	50
17	Rame	Cu	mg/l	0,05
18	Selenio	Se	g/l	10
19	Solfati	So4	mg/l	250
20	Vanadio	V	g/l	250
21	Zinco	Zn	mg/l	3
NORME DI RIFERIMENTO: le analisi sui campioni devono essere effettuate secondo metodiche standardizzate o riconosciute valide a livello nazionale, comunitario o internazionale.				

2.1.4 Requisiti geotecnici del prodotto

Le proprietà geotecniche del materiale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 15):

Tab. 15 – Requisiti geotecnici del materiale riciclato per il sottofondo stradale

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W_L	%	≤ 40
Indice di plasticità		I_p	%	≤ 10
Curva di costipamento Proctor modificata	UNI EN13286-2	-	% - g/cm3	valore dichiarato
Scostamento dell'umidità (rispetto al contenuto ottimale Proctor)	UNI EN13286-2	W	punti percentuali	< 5
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	> 35

2.2 Caratteristiche del sottofondo stradale

2.2.1 Formazione del sottofondo stradale

Il sottofondo è eseguito a strati, regolari per tutta la larghezza, dello spessore non superiore a 0,30 cm.

Ogni strato deve essere compattato con idoneo rullo vibrante per ottenere il completo assestamento del corpo stradale e raggiungere i requisiti di massima densità. La rullatura potrà avere luogo solo quando lo scostamento dell'umidità del materiale rientra nella tolleranza definita (Tab. 15).
Qualora il materiale si presenti eccessivamente secco, l'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura fino al raggiungimento del grado di umidità ottimale. In caso di umidità eccessiva, si deve provvedere ad abbassare il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. Ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali da pregiudicare la buona riuscita del lavoro, la D.L. potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'Impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo.
L'accertamento della portanza del sottofondo deve essere effettuato su ogni singolo strato. Non è consentito procedere con la realizzazione dello strato successivo se la portanza dello strato di appoggio risulta inferiore al valore prescritto (Tab. 15).
Ogni strato deve presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita, così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.
Le caratteristiche del sottofondo stradale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 16):

Tab. 16 – Caratteristiche del sottofondo stradale realizzato con materiale riciclato

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Densità in situ (°) (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	-	%	> 90
Modulo di deformazione	CNR 146	M_D	MPa	> 60
Spessore dello strato	-	S	m	± 5% S progetto

(°) il valore prescritto è applicabile per strati con pendenza non superiore a 10%

3 – AM-R-C4-14/40/125 AGGREGATO MISTO GRANULARE RICICLATO PER RIEMPIMENTI (D max 14/40/125)

Il prodotto specificato deve provenire da impianti regolarmente autorizzati all'esercizio in conformità alla normativa vigente.

4.1 Caratteristiche del prodotto

4.1.1 Requisiti geometrici

I materiali devono essere designati in conformità alla Norma UNI EN 13242.
Le caratteristiche geometriche degli aggregati riciclati impiegati nei riempimenti devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 24):

Tab. 24 – Requisiti geometrici del materiale riciclato per riempimenti

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITI		
				Dmax 14	Dmax 40	Dmax 125
Dimensione dell'aggregato (designazione)	UNI EN 933-1	d/D	mm	valore dichiarato		
Dimensione massima dell'aggregato		D_{max}	mm	14	40	125
Percentuale di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	valore dichiarato		
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	F	%	≤ 15		
Valore di blu	UNI EN 933-9	MB	-	valore dichiarato		

I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo scevro di armatura sporgente); non sono accettati mattoni forati, blocchi forati o simili, se non frantumati fino a risultare passanti al setaccio da 63 mm.
La composizione granulometrica delle miscele devono rispettare i limiti dimensionali riportati nella seguente tabella (Tab. 25):

Tab. 25 – Composizione granulometrica dei materiali per riempimenti

REQUISITO	NORMA	UM	SETACCIO	PASSANTE					
				Dmax 14		Dmax 40		Dmax 125	
			mm	min	max	min	max	min	max
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	%	125					100	100
			63					85	100
			40			100	100	-	-
			31,5			85	100	-	-
			14	100	100	-	-	-	-
			10	85	100	-	-	-	-
			0,063	0	15	0	15	0	15

4.1.2 Requisiti fisici e di durabilità

Le caratteristiche fisiche degli aggregati riciclati impiegati nei riempimenti devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 26):

Tab. 26 – Requisiti fisici del materiale riciclato per riempimenti

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	valore dichiarato
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	M_{DE}	%	valore dichiarato
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	valore dichiarato

4.1.3 Requisiti chimici, componenti ed ecocompatibilità

I materiali riciclati devono appartenere alle tipologie previste dal D.M. 5 febbraio 1998 e ss.mm.i.
Le sostanze componenti ed il contenuto percentuale ammesso sono riportate nella seguente tabella (Tab. 27):

Tab. 27 – Componenti del materiale riciclato per riempimenti

REQUISITO	NORMA	UM	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, ceramici, malte, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo UNI EN 13242).	UNI EN 13285 (Separazione visiva al setaccio 8 mm)	%	> 70
Vetro e scorie vetrose			≤ 15
Conglomerati bituminosi			≤ 25
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente.			≤ 15 (totale) ≤ 5 (singolo)
Materiali deperibili: carta, legno, fibre, cellulosa, sostanze organiche eccetto bitume; materiali plastici			≤ 0,1
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, etc.)			≤ 0,6

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 riportate nella tabella precedente.
Qualora il materiale venga posizionato a contatto con strutture in calcestruzzo il contenuto di solfato solubile in acido (AS), determinato secondo la Norma UNI EN 1744-1, deve essere inferiore a 0,8 per cento (categoria massima AS0,8).
Il Produttore deve effettuare la verifica di rilascio di eventuali sostanze (test di cessione) secondo le Norme UNI 10802 (Appendice A) e UNI EN 12457-2. I valori riscontrati per i parametri di riferimento devono essere conformi all'Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 così come modificato dal D.M. 5 aprile 2006 n. 186.
Nella seguente tabella (Tab. 28) sono riportati i parametri di riferimento.

Tab. 28 – Controllo dei parametri di ecocompatibilità (test di cessione) per opere edili e stradali

N.	PARAMETRO	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
1	Acidità	pH	unità Ph	da 5,5 a 12,0
2	Domanda Chimica di Ossigeno	COD	mg/l	30
3	Amianto	-	mg/l	30
4	Arsenico	As	g/l	50
5	Bario	Ba	mg/l	1
6	Berillio	Be	g/l	10
7	Cadmio	Cd	g/l	5
8	Cianuri	Cn	g/l	50
9	Cloruri	Cl	mg/l	100
10	Cobalto	Co	g/l	250
11	Cromo totale	Cr	g/l	50
12	Fluoruri	F	mg/l	1,5
13	Mercurio	Hg	g/l	1
14	Nichel	Ni	g/l	10
15	Nitrati	NO3	mg/l	50
16	Piombo	Pb	g/l	50
17	Rame	Cu	mg/l	0,05
18	Selenio	Se	g/l	10
19	Solfati	So4	mg/l	250
20	Vanadio	V	g/l	250
21	Zinco	Zn	mg/l	3
NORME DI RIFERIMENTO: le analisi sui campioni devono essere effettuate secondo metodiche standardizzate o riconosciute valide a livello nazionale, comunitario o internazionale.				

4.2 Caratteristiche dei prodotti destinati ai recuperi ambientali

Qualora i materiali specificati siano destinati all'esecuzione di opere per recupero ambientale, il Produttore deve procedere, in aggiunta a quanto specificato al paragrafo precedente, anche con la caratterizzazione analitica dei materiali relativa alla loro composizione per valutare la conformità all'effettiva destinazione d'uso. La composizione dei materiali deve essere conforme alla Tabella 1 dell'Allegato 5 del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, secondo la seguente classificazione:
per i suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale si applica la Colonna A;
per i suoli ad uso commerciale o industriale si applica la Colonna B.

4.3 Caratteristiche del riempimento

4.3.1 Formazione del rilevato

I materiali trasportati mediante autocarri o mezzi simili non debbono essere scaricati direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositati nelle vicinanze e successivamente posati in opera a strati per essere compattati con idonei mezzi meccanici.
L'Impresa deve evitare di realizzare riempimenti o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre si deve evitare che i rulli vibranti operino entro una distanza di 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture devono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di addensamenti richiesti, operando su strati di spessore ridotto.
Qualora il materiale si presenti eccessivamente secco, l'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura fino al raggiungimento del grado di umidità ottimale. In caso di umidità eccessiva si deve provvedere a ridurre il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. Ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali da pregiudicare la buona riuscita del lavoro la D.L. potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'Impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo.

Nella formazione dei riempimenti, ovvero di tratti rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc, si deve garantire la continuità con la parte precedentemente realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.
Nel caso di formazione di tomi o strutture portanti in terra rinforzata, il progettista deve determinare le caratteristiche meccaniche dei materiali e le modalità di costruzione in funzione dell'opera da eseguire.

2. OPERE D'ARTE STRUTTURALI

2.1 - CALCESTRUZZI, CASSERI ED ACCIAIO PER C.A.

ART. 33 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14.01.2008	Norme Tecniche per le Costruzioni
	Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato
	Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale
	Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza
Reg. UE 305/2011	Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE
UNI EN 206-1	Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
UNI 11104	Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
UNI 197-1: 2006	Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
UNI 9156	Cementi resistenti ai solfati
ISO 9001: 2000	Sistema di gestione per la qualità. Requisiti
UNI EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
UNI 8520 Parte 1 e 2	Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620
UNI EN 1008: 2003	Acqua d'impasto per il calcestruzzo
UNI EN 934-2	Additivi per calcestruzzo
UNI EN 450	Ceneri volanti per calcestruzzo
UNI RN 13263 Parte 1 e 2	Fumi di silice per calcestruzzo
UNI EN 12350-2	Determinazione dell'abbassamento al cono
UNI EN 12350-5	Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse
UNI EN 12350-7	Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco
UNI 7122	Prova sul calcestruzzo fresco - determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione
prEN 13791	Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera
UNI EN 12504-1	Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
EN 10080 Ed. maggio 2005	Acciaio per cemento armato
UNI EN ISO 15630-1/2	Acciai per cemento armato: Metodi di prova
Eurocodice 2 UNI ENV 1992	Progettazione delle strutture in c.a.
UNI ENV 13670-1	Execution of concrete structures
UNI 8866	Disarmanti

ART. 34 – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

a) **Cementi** - Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104 , conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.
Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

Controlli sul cemento

Controllo della documentazione: In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui ai commi precedenti.
Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE. Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

b) **Aggiunte** - Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620. Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.
La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

c) **Aggregati** - Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.
Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.
La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2.600 kg/m^3. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità richiesti dal progetto. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2.600 kg/m^3. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica sempre maggiore di 2.600 kg/m^3.
Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive.
Aggregati di riciclo: In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possegga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità richiesti dal progetto. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella - Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (D.M. 14/01/2008)

Origine del Materiale da Riciclo	Classe del Calcestruzzo	Percentuale di Impiego
Demolizione di edifici (macerie)	C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo cls. e c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati		
Da qualsiasi classe	≤ C45/55	fino al 15%
Da calcestruzzi > C45/55	stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

d) **Acqua di impasto** - Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008: 2003.

e) **Addittivi** - Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. È onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.
Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.
Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.
Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

ART. 35 - CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI

I calcestruzzi da impiegare nelle opere comprese nell'appalto, a seconda delle sollecitazioni ed al tipo di impiego cui saranno sottoposti, dovranno rientrare nelle classi di resistenza caratteristica cubica Rck pari a: 15, 20, 25, 30, 40, 50 (N/mm^2).
In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C(X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).
Per quanto riguarda le specifiche tecniche dei materiali costituenti il cls, la sua composizione, le proprietà del cls fluido ed indurito, i metodi per la produzione, il trasporto, la consegna, il getto, la stagionatura, le procedure di controllo e la verifica delle proprietà, si intende assunto quale riferimento normativo la norma UNI 9858/91 e ss.mm..
L'impasto si impiegherà appena compiutane la manipolazione che dovrà avvenire con betoniera e nel collocarlo in opera si useranno le cautele suggerite dall'arte, massime quando abbia da essere sommerso dall'acqua, nel qual caso si dovranno impiegare i mezzi necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne sia pregiudicato il pronto consolidamento. L'impasto in casi di impossibilità di farlo con betoniera dovrà venire rimestato sopra appositi tavolari tre volte a secco e tre volte bagnato in modo che abbia da riuscire perfetto.
Il calcestruzzo sarà regolarmente disteso e compresso in maniera che non restino vani nel recinto della cassa, e, spianatene con diligenza la superficie su cui dovranno elevarsi i muramenti, si lascerà in riposo per il tempo che occorrerà onde possa resistere alla pressione, cui deve andar soggetto. A richiesta della D.L. dovrà essere vibrato senza alcun compenso particolare.
Qualora i lavori vengano eseguiti nella stagione rigida, l'Impresa dovrà prendere, a sue spese, tutti i provvedimenti perché il calcestruzzo non abbia a soffrire per effetto del gelo, salvo diverse disposizioni che la D.L. potrà dare di volta in volta circa la sospensione dei getti e/o particolari disposizioni e accorgimenti cautelativi da adottare: per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.
La lavorabilità del calcestruzzo non dovrà essere ottenuta con il maggior impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo.
La D.L. potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti, o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari: in questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.
I prezzi unitari relativi ai calcestruzzi comprendono anche il compenso per casseforme, armature, puntellature per la bagnatura degli stessi e per tutti i provvedimenti di cui al presente articolo, a meno che non sia altrimenti espressamente disposto nella dicitura dei relativi prezzi unitari.
Il getto dei ponti, archi, nervature, mensolini, ecc. dovrà farsi ininterrottamente o per lo meno non sono ammesse interruzioni superiori ad un'ora; per una diversa esecuzione si dovrà ottenere l'autorizzazione della Direzione dei lavori.

La fluidità del calcestruzzo sarà fissata dalla Direzione dei lavori a seconda della temperatura e del groviglio dei ferri senza che ciò comporti il riconoscimento di maggiori compensi per l'appaltatore.
Dopo l'esecuzione del getto è necessario evitare un rapido essiccamento proteggendo il getto dal sole e dal vento, tramite una continua bagnatura o altri accorgimenti per almeno 7 giorni.
Trascorsi 30 giorni dal getto, l'Impresa, senza compenso speciale, dovrà, alla presenza e sotto la sorveglianza della Direzione dei lavori, provvedere alla prova dei ponti, rispettivamente archi, solette, nervature, travi, mensole, ecc. e tutte quelle opere per cui detta prova è prescritta.
Durante la presa del calcestruzzo sono da evitare urti e vibrazioni.
Nelle murature l'Impresa è obbligata a lasciare le necessarie feritoie, nelle dimensioni e posizioni che verranno impartite dalla D.L. e ciò senza alcun compenso o sovrapprezzo.
E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse dovute ad escursioni termiche, ritiro, ecc. Tali giunti vanno praticati a intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo conto della geometria della struttura. La larghezza, la tipologia e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla D.L., e dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa essendosi tenuto conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di offerta relativi alle singole classi di calcestruzzo.
Per le opere da costruirsi in conglomerato cementizio normale, armato e precompresso ed a struttura metallica l'Impresa dovrà attenersi a quanto disposto con la Legge 26 maggio 1965 n. 595 e Legge 5 novembre 1971 n. 1086 e relativo D.M. 14 gennaio 2008 nonché, se necessario dal D.M. 14 maggio 1990 attinente ai ponti.
L'Impresa ha l'obbligo di presentarsi in ogni tempo alla prova dei materiali da costruzione impiegati e da impiegare provvedendo a tutte le spese di prelevamento e di rinvio dei campioni agli Istituti di prova che saranno indicati dalla D.L. e pagando le relative spese. Dei campioni può essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più atti a garantirne l'autenticità presso un Laboratorio Ufficiale di Prove Materiali.

ART. 36 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati dovranno seguirsi le norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 operando, in particolare, sulla base delle norme UNI 6127-73 per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI 6130-72 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, UNI 6132-72 per la determinazione propria della resistenza a compressione.
Ad integrazione di tali norme, la D.L. potrà ordinare Prelievi integrativi in modo da poter assoggettare uno o più provini a prove preliminari di accettazione nei laboratori di cantiere.
Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dai Direttore dei Lavori, questi potrà a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso i laboratori ufficiali.
Qualora anche dalle prove eseguite presso laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato sui calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L., ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere , a cura e spese dell'Impresa , ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o coi prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.
Se tale relazione sarà approvata dalla D.L. il calcestruzzo sarà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.
Nel caso la R_{ck} non risulti del tutto compatibile con le sollecitazioni previste dal progetto, l'impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla D.L..
Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la R_{ck} risulterà maggiore di quella indicate negli elaborati progettati approvati dalla D.L..

Oltre ai controlli relativi alla R_{ck} la D.L., in corso di lavorazione, potrà controllare la consistenza, l'omogeneità e il rapporto acqua/cemento. La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test): tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm. La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm: la percentuale di peso di materiale grosso tra i due campioni non potrà differire più del 10%, inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.
Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra e di ogni altra prova ritenuta opportuna in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

ART. 37 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle norme tecniche emanate con il D.M. 14.01.2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto il Regolamento (UE) n. 305/2011. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono previste dallo stesso D.M. 14 gennaio 2008.
L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

ART. 38 - STRUTTURE PREFABBRICATE

L'Impresa appaltatrice dei lavori può proporre alla Direzione Lavori tipologie strutturali diverse da quelle previste nel progetto esecutivo, purché di caratteristiche tali (durabilità, estetica, resistenza, etc.) da eguagliare almeno quelle originariamente previste.
L'Impresa deve fornire tutta la documentazione necessaria a dimostrare quanto sopra, compresi i calcoli statici a firma di un professionista abilitato.
L'accettazione è a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

ART. 39 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisionali, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.
Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.
Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

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

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.
Caratteristiche delle casseforme: Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.
Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.
Pulizia e trattamento: Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc.. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.
Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.
Predisposizione di fori, tracce e cavità: L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..
Disarmo: Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14.01.2008).
Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.
Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

ART. 40 – GETTI FACCIA A VISTA

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.
I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.
Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore dell'opera finita.
Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2÷3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

ART. 41 - COMPOSIZIONE DELLE MALTE

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927 - 78.
Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m3 di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m3 di sabbia; quelle per intonaci, con Kg 400 di cemento per m3 di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.
Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'impresa dovrà finire e mantenere efficienti a sua cura e spese.
Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

ART. 42 - INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.
Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.
Sarà cura dell'impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

1. **Intonaci eseguiti a mano**: Nella esecuzione di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzaffo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo.
   Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato un volta sola.
2. **Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite**): Prima di applicare l'intonaco l'impresa avrà cura di eseguire, mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la “spicconatura” delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.
   Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.
   La malta sarà di norma composta da Kg 500 di cemento normale per m3 di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.
   L'intonaco potrà avere spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80÷90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atm.
   Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi che di volta in volta verranno stabilite, od anche la inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori. In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30÷40.
   Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice. Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.
3. **Applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo**: Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

2.2 - RIVESTIMENTI MURATURE IN C.A., MURATURE

ART. 43 - RIVESTIMENTI IN PIETRAME

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
b) a mosaico grezzo;
c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza

non minore di 8 cm. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 20 cm e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.
Nel paramento a "mosaico grezzo" la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.
Nel paramento a « corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.
Nel paramento a "corsi regolari" i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.
Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm. In entrambi i parametri a corsi, lo sfaldamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.
Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura. Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento, dovranno essere accuratamente stuccate.
In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del parametro, a lavori finito, si disegni nettamente e senza sbavature. In quanto alle connessure, saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.
Per le volte 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 o col martello.
In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposto ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

ART. 44 - MURATURE DI PIETRAME E MALTA CEMENTIZIA

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.
Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.
Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavorate.
Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute coi martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. La malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m3 di sabbia.
Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
b) a mosaico greggio;
c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta coi martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico greggio, le facce dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, coi martello e punta grossa, a superficie piana poligonale: i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il parametro a pietra rasa.

Nel parametro a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia coi martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel parametro a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costituito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

ART. 45 – MURATURE A DOPPIA LASTRA PREFABBRICATA

1. Caratteristiche

Il sistema costruttivo è composto da una “doppia lastra con rivestimento” prefabbricata in c.a.v. con R_{ck} = 30÷37 N/mm^2 con funzione di cassero, avente uno spessore di 6 cm per la lastra contro terra e 10÷20 cm per la lastra a vista (con paramento verticale o inclinato); quest’ultima sarà rivestita in pietrame disposto ad opera incerta o corsi regolari, con fuga grezza rientrante, con l’eventuale predisposizione di nicchie laterali al pannello atte al mascheramento in opera del giunto verticale e completa di fori di drenaggio dell’acque.

L’armatura delle lastre sarà costituita da doppia rete elettrosaldata collegata fra di loro per mezzo di tralicci o armature tralicciate atte a resistere alle sollecitazioni generate dalla movimentazione, dal

trasporto ed a quelle che si producono in fase di posa, da ganci distanziatori opportunamente predisposti per resistere alle spinte del calcestruzzo in fase di getto ed idonei ganci di sollevamento

Gli elementi saranno modulari ed hanno altezze variabili sino a circa 9 metri e con larghezze di cm 120/240/250 (base elemento doppia lastra premuro) con possibilità di sottomoduli (minimo cm. 30) che consentono la formazione di angoli e la realizzazione dell'opera con misure come da disegni esecutivi.

L'armatura minima di confezionamento potrà essere a discrezione del produttore.

L'armatura verticale minima garantita per entrambe le lastre potrà essere integrata, come da calcoli statici, inserendola in fase di produzione sfruttando così tutto lo spessore del muro.

Ogni opera sarà seguita dallo schema di montaggio dove sono riportate le indicazioni relative al passo delle chiamate consigliato, alla posa dell'elemento, al getto e al disarmo.

Per tutto il resto si farà riferimento alle normativa tecnica di riferimento in particolare il D.M. 14.01.2008 ed alla relativa Circolare applicativa del Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 617 del 02/02/2009.

2. **Scarico in cantiere**

   Si dovranno utilizzare appropriati dispositivi di aggancio (catene o funi) adeguati alla massima sollecitazione prevista (peso del manufatto maggiorato dagli effetti dinamici), e dotate dei previsti dispositivi di sicurezza di chiusura dell'imbocco, in modo da impedirne lo sganciamento; ogni componente (fune o catena, grilli, ecc.) dovrà essere conforme alle normative vigenti.

3. **Scarico dell'automezzo**

   Le modalità di scarico dei manufatti dall'automezzo dovrà avvenire seguendo espressamente le modalità e procedure espressamente previste dal costruttore e riportate nel piano di montaggio.

4. **Sistema di sollevamento**

   Ogni doppia lastra sarà dotata di uno o più dispositivi di sollevamento (ganci) fissati alle armature di costruzione delle lastre ed annegati all'interno dello spessore di calcestruzzo; questi dovranno essere dimensionati dal progettista del manufatto nonché chiaramente indicati negli elaborati tecnici di supporto, come pure le modalità di impiego in fase di sollevamento.

   In ogni fase le componenti della forza di sollevamento dovranno soddisfare le verifiche di resistenza locali e globali.

   Ogni elemento dovrà essere sollevato sempre e solo tramite detti ganci. Nel caso in cui il gancio risulti completamente integrato nella sagoma della doppia lastra, sarà necessario inserire opportuni distanziatori in legno che impediscano, durante la fase di bascula, il contatto tra la fune e la lastra superiore costituente la doppia lastra.

   Dopo aver verificato la correttezza dell'innesto (chiusura grilli) tra i dispositivi di aggancio e il sistema di sollevamento, sarà necessario sollevare dolcemente la doppia lastra senza strattoni per circa 30÷40 cm, effettuando una brevissima sosta per consentire un controllo visivo dell'integrità del manufatto nell'interno del gancio di sollevamento.

5. **Stoccaggio**

   Se necessario sarà possibile stoccare provvisoriamente le doppie lastre prima del montaggio, sulla base di quanto espressamente previsto dal produttore. L'eventuale stoccaggio dovrà avvenire su un'area pianeggiante, livellata (anche su letto di sabbia) e delimitata che ne consenta l'appoggio in sicurezza e la manovra dei mezzi di movimentazione e di sollevamento. Bisognerà altresì accertare che il piano di stoccaggio abbia portata adeguata e che non si trovi in zona di transito. Il piano d'appoggio sarà realizzato con stocchi in legno 8x10x120/240/250 posti perpendicolarmente all'andamento dei tralicci ad un interasse massimo di cm.120÷130 avendo cura che lo sbalzo massimo della catasta non superi il massimo indicato dal costruttore. Gli elementi dovranno essere accatastati con lunghezze decrescenti dal basso verso l'alto, mantenendoli centrati, per il massimo di elementi e per il massimo di altezza stabilito dal produttore.

6. **Operazioni preliminari alla posa**

   Prima di poter procedere al montaggio delle doppie lastre è necessario aver completato il getto della platea o fondazione con tolleranze di quota e di planarità della superficie orizzontale di appoggio dell'ordine previste dal produttore. Le armature di chiamata fuoriuscenti dalle fondazioni devono essere allineate e poste ad una distanza di circa 2 cm. dal filo interno della doppia lastra. Particolare attenzione sarà da prestare nel posizionamento dei ferri di collegamento (chiamate) tra la fondazione e il muro doppia lastra per evitare interferenze tra le chiamate e i ferri di confezionamento (tralicci o staffe) garantendo così una posa rapida.

   In funzione dello spessore del muro e del modulo adottato, il progetto esecutivo fornito dal produttore indicherà sulle tavole esecutive un passo di posa delle chiamate consigliato.

7. **Posa in opera**

Nel rispetto delle indicazioni di cui ai paragrafi precedenti e sulla base delle specifiche indicazioni del produttore, gli elementi prefabbricati devono essere sollevati e movimentati lentamente con tiro verticale, evitando trascinamenti orizzontali e/o movimenti bruschi. Portato l'elemento in posizione (curando il centraggio delle armature di ripresa), si procederà con la lenta discesa fino alla totale penetrazione delle barre di ripresa e al raggiungimento della quota di appoggio. Si provvederà quindi alla puntellazione tenendo l'elemento appoggiato al piano di posa ma comunque sotto tiro di gru.

8. **Movimentazione**
   Procedere con il sollevamento completo facendo rispettare a tutto il personale le distanze di sicurezza dal carico sospeso.
   Qualora il manufatto presenti una geometria complessa e/o asimmetrica, esso dovrà essere provvisto di 2 ganci di sollevamento posizionati in modo da bilanciare la distribuzione delle masse; utilizzare pertanto due funi o catene al fine di assicurare l'effettiva ripartizione dei carichi. In tal caso determinare la lunghezza delle funi o catene imponendo un'inclinazione di almeno 60 gradi rispetto all'orizzontale. Il sollevamento delle doppie lastre deve essere eseguito lentamente, senza imprimere strappi e/o accelerazioni che ne possano pregiudicare l'integrità o comprometterne la sicurezza e mantenendo sempre in verticale il tiro di fune della macchina per il sollevamento. Si procederà quindi affiancando gli elementi doppia lastra uno all'altro, sostenendoli con puntellazione provvisoria con puntelli registrabili; si poserà infine il ferro di ripartizione e si completa, gettando in più fasi, l'anima tra le due lastre.
9. **Note aggiuntive sui sistemi di ancoraggio**
   Ogni elemento doppia lastra sarà munito di uno o più dispositivi di ancoraggio (ganci di sollevamento) necessari per consentirne la movimentazione in cantiere (scarico e montaggio). Tali dispositivi sono realizzati con acciaio B450C (ex Feb44k) di diametro 10/12 mm annegati all'interno dello spessore di calcestruzzo di ogni lastra, in modo da assicurare la corretta trasmissione degli sforzi tra i dispositivi metallici ed il manufatto.
   Il dispositivo metallico dovrà essere in grado di sopportare, con adeguato coefficiente di sicurezza, il peso del manufatto, l'incremento di tiro dovuto all'inclinazione dei dispositivi di sollevamento (funi o catene) e l'incremento di tiro per le azioni dinamiche così come previsto ai punti 2.2.1 e 4.2.1 del D.M. 03/12/1987.
   La configurazione dei dispositivi di sollevamento (lunghezza e inclinazione delle funi o catene) dovrà garantire la ripartizione del carico in parti uguali; l'inclinazione degli stessi rispetto all'asse orizzontale dovrà essere almeno di 60 gradi. Ogni elemento doppia lastra sarà dotato di cartellino di identificazione, sul quale l'operatore gru potrà verificare il peso di ogni manufatto.
   Qualora nella fase iniziale del sollevamento si manifestassero cedimenti dei dispositivi di ancoraggio (ganci) o crepe nel calcestruzzo che li avvolge, sarà necessario interrompere immediatamente la movimentazione, depositare subito il manufatto e contattare il produttore.
10. **Mascheramento fughe**
    A montaggio ultimato, attraverso la successiva posa in opera di blocchi lapidei a cavallo del giunto fra due elementi contigui, mediante l'utilizzo di cemento, sabbia, pietra, verrà eseguito il mascheramento delle fughe tra lastra e lastra.
11. **Documentazione tecnica di supporto**
    Prima della fornitura in cantiere del materiale, l'impresa dovrà fornire alla D.L. la documentazione tecnica attestante il rispetto del regolamento n.305/2011 dell'Unione Europea attestante la marcatura CE dei prodotti da costruzione ai fini di una preventiva qualificazione, anche con riferimento alle Norme EN-15258-2008 ed ISO-9001-2008.

2.3 – SOTTOPASSO SCATOLARE IN C.A

ART. 46 – SOTTOVIA

I sottovia da realizzare al di sotto del tracciato stradale in progetto dovranno essere realizzati in c.a. e come tali rispondere ai requisiti già esposti nel precedente paragrafo 2.1 "Calcestruzzi, casseri ed acciaio per c.a.".

2.4 – VARO MONOLITE IN C.A E SPINGITUBO

ART. 47 – TRASLAZIONE DEI MANUFATTI SOTTO LA SEDE FERROVIARIA

Il manufatto in cemento armato verrà traslato, dalla posizione adiacente la sede ferroviaria a quella definitiva sotto la sede ferroviaria stessa, in qualunque direzione rispetto all'asse della via ferrata anche obliqua, mediante spinta con dispositivo oleodinamico.
La costruzione del manufatto dovrà essere fatta a debita distanza dalla sede ferroviaria, in modo da non provocare soggezioni all'esercizio ferroviario in fase di prefabbricazione del manufatto stesso; verrà poi spinto nella sua posizione finale, senza interrompere il traffico ferroviario, mediante l'utilizzo di apposito sistema di sostegno provvisorio dei binari.
Il sostegno provvisorio dei binari ferroviari dovrà essere realizzata con il "SISTEMA ESSEN" o analogo equivalente, idoneo a consentire una velocità di transito dei treni fino a 80 Km/h, durante le operazioni di infissione e traslazione con spinta oleodinamica di manufatti prefabbricati in cemento armato sotto la sede ferroviaria, come da progetto esecutivo allegato.
La costruzione del "Sistema Essen" dovrà essere conforme ai disegni ed alle specifiche tecniche previste per l'impiego della tecnologia "Essen", così come approvato - per la velocità di transito suddetta - da parte dell'ex Area Ingegneria e Costruzioni, Divisione Specialistica Civile ed Armamento delle F.S. S.p.A. con nota ISC 234005893 del 14/06/95.
Nel prezzo della specifica voce (V.A.4.5.3.) sono compresi e compensati ogni onere per il carico, trasporto con qualsiasi mezzo dell'Appaltatore e scarico sul luogo d'impiego di tutti i materiali, mezzi ed attrezzature necessari per il completo montaggio del "Sistema Essen", la sguarnitura del binario con rimozione del pietrisco fino al piano inferiore delle traverse esistenti nella zona interessata dal montaggio del ponte "Essen" per il sostegno longitudinale del binario ed il montaggio dello stesso, **gli scavi e tutte le necessarie lavorazioni per il varo delle travi portanti trasversali - travi di manovra - ortogonali al binario, nonché la posa in opera delle stesse**, l'esecuzione di tutti i dispositivi, irrigidimenti e vincoli esterni necessari per assicurare la dovuta stabilità al Sistema nelle varie fasi di esercizio e d'infissione del manufatto; compreso e compensato altresì ogni onere per la manutenzione ordinaria e straordinaria del "Sistema Essen" in esercizio, il controllo topografico del Sistema e del binario durante tutte le lavorazioni e fasi previste, le correzioni geometriche al "Sistema Essen" - nell'ambito delle tolleranze prescritte - durante l'infissione e traslazione del manufatto, quant'altro occorra per il perfetto funzionamento del Sistema; sono compresi e compensati inoltre - a lavori ultimati - tutti gli oneri per il successivo smontaggio del "Sistema Essen", il ripristino delle normali condizioni di esercizio del binario nella tratta interessata dalle lavorazioni, nonché per la manipolazione, il carico, il trasporto, con qualsiasi mezzo dell'Appaltatore, lo scarico e la sistemazione nel luogo di deposito dell'Appaltatore, di tutti i materiali, mezzi ed attrezzature impiegate.
Detta voce compensa in particolare:

- la progettazione costruttiva ed il dimensionamento di tutte le opere e/o strutture provvisorie costituenti il "Sistema Essen" compreso il calcolo delle azioni orizzontali sui punti di vincolo delle travi di controvento del sistema, come indicato in progetto;
- i materiali permanenti e di consumo necessari per le lavorazioni;
- il noleggio dei ponti "Essen" e di tutte le attrezzature e dispositivi vari necessari alle lavorazioni;
- la licenza d'uso, nonché i diritti ed il Know-how derivanti dalla tecnologia registrata "Ponte Essen" (Reg. n. 00666238) per il sostegno provvisorio longitudinale del binario;
- idoneo impianto di illuminazione, se necessario alla programmazione dei lavori, dell'area interessata dal montaggio/smontaggio delle strutture costituenti il "Sistema "Essen", compresi i costi per la fornitura dell'energia elettrica;
- la fornitura a piè d'opera, nonché la posa in opera, del pietrisco necessario a ricreare le normali conduzioni di esercizio del binario;
- limitatamente alla zone di binario interessate dal sostegno Essen: il primo livellamento a fine lavori della tratta interessata dal "Sistema Essen" eseguito mediante gruppo rincalzante predisposto per caricatore strada/rotaia (tipo Colmar T 10.000 o similare); il secondo livellamento da eseguirsi, eventualmente anche con macchina livellatrice/rincalzatrice pesante, entro 15 giorni dal primo livellamento su indicazione della Direzione Ferroviaria. Trascorsi 30 giorni dall'ultimazione del secondo livellamento senza contestazioni scritte da parte della Direzione Ferroviaria, dette lavorazioni di intendono definitivamente concluse e collaudate;

- tutti gli oneri per la protezione del cantiere di lavoro necessaria per la sicurezza del personale preposto alle lavorazioni - esclusa l'attività di sorveglianza e di coordinamento della protezione di esclusiva competenza delle Ferrovie - durante le varie fasi lavorative che vanno dal montaggio del "Sistema Essen", al mantenimento in efficienza dello stesso durante i giorni della infissione oleodinamica, al successivo smontaggio dello stesso sino al ripristino delle normali condizioni della via ferrata.

Detta voce compensa inoltre tutte le lavorazioni necessarie e preparatorie per il montaggio e successivo smontaggio del "Sistema Essen" - comprese nella presente voce - quali la eventuale infissione dei pali in legno, la sguarnitura del pietrisco per il montaggio dei ponti "Essen" ed il montaggio/smontaggio degli stessi, gli scavi e la posa in opera delle travi di manovra ortogonali al binario (o delle travi di appoggio esterne al monolito, se non presenti le travi di manovra) ed il successivo smontaggio delle stesse, il montaggio/smontaggio delle travi orizzontali di controvento, che verranno in generale eseguite adottando tutte le precauzioni e gli accorgimenti dettati dal dovere operare in prossimità del binario e sotto esercizio ferroviario; in particolare, le lavorazioni interferenti con l'esercizio ferroviario verranno realizzate utilizzando i normali intervalli di circolazione liberi da treni sia in ore diurne che notturne, nonché intervalli di orario e/o interruzioni programmate di orario (I.P.O.) anche, se necessario, con disalimentazione della linea di contatto per l'eventuale infissione dei pali in legno. Dette interruzioni dovranno essere tempestivamente ed opportunamente programmate, in accordo alle indicazioni dell'Appaltatore, dalla Direzione Ferroviaria.

In particolare, per quanto alle lavorazioni previste per il montaggio, l'esercizio e lo smontaggio del "Sistema Essen", l'Appaltatore redigerà e trasmetterà alla Direzione Ferroviaria, insieme ai disegni e calcoli di stabilità del "Sistema "Essen", il programma secondo il quale esso intende provvedere alle anzidette operazioni nel rispetto:

a) dei tempi e delle modalità operative per la realizzazione del Sistema di sostegno del binario, conformemente a quanto approvato da R.F.I. S.p.A.,
b) della programmazione generale dei lavori,
c) delle esigenze dell'esercizio ferroviario.

Il "Sistema Essen" dovrà garantire la sicurezza dell'esercizio ferroviario alla velocità di transito dei treni di 80 Km/h, durante le operazioni di infissione e traslazione del manufatto, nell'ambito di specifiche tolleranze prefissate ed ammesse dal "Sistema Essen" stesso e che di seguito vengono precisate:

a) in senso planimetrico, nel corso delle operazioni di varo è ammessa una deviazione orizzontale del manufatto, rispetto la posizione di progetto, non superiore al ± 1% (uno per cento) della lunghezza della corsa di spinta misurata;
b) in senso altimetrico, con riferimento alle variazioni di quota del manufatto, è ammesso in ogni punto dello stesso uno scostamento durante l'infissione, rispetto alle ipotesi di progetto, non superiore al ± 2‰ (due per mille) della lunghezza della corsa di spinta misurata.

Per quanto sopra dovrà essere predisposta, da parte della Impresa Appaltatrice delle opere civili e responsabile delle lavorazioni di infissione oleodinamica del monolito, una pianificazione relativa ad ogni fase di spinta in relazione alle caratteristiche strutturali del "Sistema Essen", alla metodologia di scavo ed alle specifiche dell'attrezzatura di spinta.

Analogamente, con riferimento ad ogni singola fase operativa di spinta, dovrà essere predisposta - da parte della Impresa Appaltatrice responsabile delle lavorazioni di infissione oleodinamica del monolito - una documentazione tecnica (tabelle, grafici, etc.) per la verifica degli scostamenti. Tutte le misure degli scostamenti, sia nel piano verticale che nel piano orizzontale, dovranno essere rappresentate da idonei grafici e dovranno riferirsi a punti fissi o ad una poligonale di riferimento da fornirsi a cura della Stazione Appaltante.

Prima dell'inizio delle operazioni di montaggio del "Sistema Essen", dovranno essere forniti dall'Appaltatore alla ditta incaricata del montaggio del sostegno binari, tutti gli elementi necessari per la progettazione esecutiva del Sistema di sostegno e cioè: planimetria e sezioni esecutive del sottovia, rilievo topografico plano/altimetrico di dettaglio dell'area interessata dal "Sistema Essen" e dei binari interessati, con indicazione sugli stessi dell'asse del monolito (con almeno una quota assoluta di riferimento sulla rotaia più bassa, pf=0,0) e dei fili sterni dello stesso, nonché relazioni geologiche e stratigrafie (con specifiche informazioni sul grado di addensamento del terreno sotto la sede ferrata), e quant'altro utile alla progettazione esecutiva del "Sistema Essen".

L'infissione del manufatto sotto la sede ferroviaria, dalla posizione adiacente la sede ferroviaria a quelle definitiva sotto la sede ferroviaria, verrà effettuata mediante spinta con dispositivo oleodinamico **compatibile alle specifiche richieste dal "Sistema Essen" per consentire durante l'infissione il transito dei convogli con velocità di 80 Km/h sui binari sovrastanti l'attraversamento.**

Nel prezzo della specifica voce (V.A.4.5.4) sono compresi e compensati ogni onere per:

- la fornitura alla ditta incaricata, prima dell'inizio delle operazioni di montaggio del "Sistema Essen", di tutti gli elementi necessari per la progettazione esecutiva del Sistema di sostegno e cioè: planimetria e sezioni esecutive del sottovia, rilievo topografico plano/altimetrico di dettaglio dell'area interessata dal "Sistema Essen" e dei binari interessati, con indicazione sugli stessi dell'asse del monolito (con almeno una quota assoluta di riferimento sulla rotaia più bassa, pf=0,0) e dei fili sterni dello stesso, nonché relazioni geologiche e stratigrafie (con specifiche informazioni sul grado di addensamento del terreno sotto la sede ferrata), e quant'altro utile alla progettazione esecutiva del "Sistema Essen";
- il rispetto delle specifiche e prescrizioni tecniche previste dal "Sistema Essen" nella redazione dell'eventuale progetto costruttivo del sottovia;
- lo scavo per l'intero volume necessario, sia per quanto riguarda l'opera definitiva, sia per tutte le opere provvisorie, la eventuale demolizione di trovanti, di conglomerati cementizi anche armati, murature di qualsiasi tipo e dimensioni e quanto altro ostacolasse l'avanzamento del manufatto, il carico, il trasporto e lo scarico su aree da provvedersi a cure e spese dell'Appaltatore delle materie di risulta, ovvero, se ordinata dalle Ferrovie, la loro sistemazione per rilevati o rinterri;
- la costruzione di una adeguata parete reggispinta, della platea di varo, del rostro di avanzamento in conglomerato cementizio armato, delle eventuali controtravi di manovra - in c.a. o acciaio, la fornitura e posa in opera delle travi slitta parallele all'asse dei binari sulla soletta superiore del monolito e sulle controtravi di manovra per consentire lo scorrimento su di esse delle travi di manovra ortogonali al binario – queste ultime non comprese nelle prestazioni della presente voce -, il tutto secondo i disegni e le specifiche tecniche previste per l'impiego del "Sistema Essen";
- l'esecuzione dei punti di vincolo esterni (strutture in c.a. fondate su pali/micropali o diaframmi in genere, precedentemente realizzati), e di quant'altro necessario per assicurare il dovuto contrasto alle strutture orizzontali di controvento del sistema (travi reticolari, etc.) così come indicato in progetto;
- la messa a disposizione di idonea area di cantiere, nell'ambito delle superfici espropriate oggetto dell'intervento o di quelle disponibili di pertinenza ferroviaria, accessibili con mezzi pesanti, adiacenti al binario, per lo stoccaggio e la manutenzione di tutti gli elementi metallici componenti il "Sistema Essen", nonché gli accessi necessari alle lavorazioni, compreso eventuali rampe di ingresso laterali al binario;
- se richiesto dalla Direzione Ferroviaria e/o funzionale alla programmazione/esecuzione dell'intervento, tutti gli oneri per l'organizzazione ed esecuzione del servizio di "Protezione Cantiere" necessario per la sicurezza del personale preposto alle lavorazioni durante le fasi operative del "Sistema Essen";
- ogni onere e soggezione derivante dalla esecuzione della spinta sotto binario in esercizio, la costruzione e la successiva demolizione e rimozione delle opere e delle strutture di tipo provvisorio;
- l'assistenza specialistica per la progettazione, l'infissione e la traslazione;
- la progettazione ed il dimensionamento del manufatto e di tutte le opere e/o strutture provvisorie e delle attrezzature occorrenti per la spinta secondo quanto richiesto per la compatibilità con il "Sistema Essen";
- la formazione del pozzo di lavoro;
- i materiali di consumo e l'energia;
- il trasporto, l'installazione, il noleggio, lo smontaggio e l'allontanamento a lavori ultimati dei meccanismi e delle attrezzature;
- l'occupazione temporanea di terreni di proprietà non ferroviaria e le pratiche relative, nonché il risarcimento dei danni conseguenti l'occupazione e la risoluzione delle relative vertenze insorgenti in materia;
- i perditempi alle lavorazioni e gli oneri connessi, di qualsiasi entità, conseguenti al ritrovamento o presenza nell'ambito del cantiere di manufatti, cavi, tubazioni - di proprietà non ferroviaria - ed il loro spostamento, che rimane di competenza degli Enti interessati; per quanto alla presenza nell'ambito del cantiere di manufatti, cavi e tubazioni di proprietà ferroviaria, questi dovranno essere tempestivamente e correttamente segnalati da questa Società all'Appaltatore che assumerà l'onere del loro spostamento;
- lo spostamento di cavi, tubazioni e sottoservizi in genere, sia di proprietà ferroviaria che di terzi, presenti nell'area interessata dalle lavorazioni per il montaggio e lo smontaggio del "Sistema "Essen", nonché la demolizione di eventuali ostacoli od opere murarie (compreso piattaforme in gomma, asfalti, controrotaie, marciapiedi, etc.) che dovessero impedire od ostacolare, anche in parte, tali lavorazioni;
- tutti gli oneri per i perditempi, lavori o prestazioni in genere necessari per eliminare danni e inconvenienti di qualsiasi tipo che dovessero provocarsi sul "Sistema Essen" e/o sul binario, causati dai lavori connessi con l'infissione e traslazione del manufatto eseguiti in difformità alle prescrizioni e tolleranze richieste dal "Sistema Essen", nonché tutti gli oneri per ritardi o sospensione delle lavorazioni, rispetto a quanto concordato e programmato precedentemente tra le parti;

- l'esecuzione di eventuali piani praticabili (tavolato) sul rostro del monolito e tutti gli approntamenti necessari sulla soletta superiore (parapetti, recinzioni varie, etcc.) per la protezione e sicurezza delle maestranze preposte di svolgere le necessarie lavorazioni per il controllo e la regolazione della struttura di sostegno e del binario durante le fasi di infissione del monolito medesimo;
- l'esecuzione della infissione oleodinamica e traslazione eventualmente eseguite in fasi successive con stazioni intermedie di spinta del manufatto scatolare sotto la sede ferroviaria e quant'altro occorrente per la posa in esercizio del monolito stesso, assicurando la dovuta stabilità del fronte scavo e del terreno a tergo durante ogni fase esecutiva e con ogni necessaria apparecchiatura occorrente;
- la fornitura e posa in opera sulla soletta del monolito e sulle eventuali travi di contromanovra presenti sul rostro delle travi di scorrimento ("travi slitta", da predisporsi secondo le specifiche tecniche e gli elaborati grafici del progetto "Essen";
- l'eventuale demolizione della parete reggispinta ed dell'eventuale platea di varo a lavori ultimati ed i ripristini necessari (rinterri, rimozione di opere provvisorie, ecc.);
- ogni altro onere per porre il manufatto nella posizione definitiva nella sede ferroviaria.

La costruzione del manufatto deve essere fatta a debita distanza dalla sede ferroviaria, in modo da non provocare soggezioni all'esercizio ferroviario in fase di prefabbricazione del manufatto stesso.
Il manufatto dovrà realizzarsi prevedendo l'estradosso della soletta superiore in c.a. ad una distanza dal piano del ferro fissata nel progetto esecutivo e, comunque, non inferiore ad 80 cm, salvo diversa e specifica indicazione delle Ferrovie.
L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per impedire, durante le operazioni di scavo e di avanzamento, franamenti del terreno che possano determinare cedimenti o danni non previsti alle opere sovrastanti del Sistema di sostegno del binario. Saranno addebitati all'Appaltatore, come da specifiche contrattuali, tutti gli oneri per i perditempi, lavori o prestazioni in genere necessari per eliminare danni di qualsiasi genere che dovessero verificarsi sul sistema di sostegno provvisorio e/o sui binari, causati dai lavori connessi con l'infissione e traslazione del manufatto eseguiti in difformità alle prescrizioni e tolleranze ammesse dal Sistema di sostegno "Essen".
La parete reggispinta, da realizzarsi con diaframmi in cemento armato o con palancolata in acciaio, deve essere dimensionata prevedendo le condizioni di carico più gravose tra quelle che possono verificarsi durante le varie fasi d'infissione del manufatto e - in funzione della tipologia dell'attrezzatura di spinta da impiegarsi - prevedere anche la presenza di forze concentrate qualora i martinetti di spinta fossero posizionati in prossimità dei piedritti del manufatto.
Durante l'infissione del manufatto dovrà essere garantito il mantenimento della direzione assegnata da progetto, in senso planimetrico, in modo che nel corso delle operazioni di varo non si abbia una deviazione orizzontale, rispetto la posizione di progetto, superiore al ± 1% (uno per cento) della lunghezza della corsa di spinta; per quanto alle variazioni di quota del monolito, non è ammesso in alcun punto dello stesso uno scostamento durante l'infissione, rispetto alle ipotesi di progetto, superiore al ± 2‰ (due per mille) della lunghezza della corsa di spinta; tutte le anzidette tolleranze saranno comunque accettate solo se risulteranno compatibili con l'assetto definitivo dei binari e della sede ferroviaria.
Per quanto sopra dovrà essere predisposta, da parte della Impresa Appaltatrice, una pianificazione relativa ad ogni fase di spinta in relazione alle caratteristiche strutturali del "Sistema Essen", alla metodologia di scavo ed alle specifiche dell'attrezzatura di spinta.
Analogamente, con riferimento ad ogni singola fase operativa di spinta, dovrà essere predisposta una documentazione tecnica (tabelle, grafici, etc.) per la verifica degli scostamenti. Tutte le misure degli scostamenti, sia nel piano verticale che nel piano orizzontale, dovranno essere rappresentate da idonei grafici e dovranno riferirsi a punti fissi o ad una poligonale di riferimento da fornirsi a cura della Stazione Appaltante.
Per quanto alle operazioni di varo del manufatto, l'Appaltatore dovrà inviare, insieme ai disegni e calcoli, il programma secondo il quale esso intende provvedere alle anzidette operazioni di varo, nel rispetto dei tempi e delle modalità operative per la realizzazione del "Sistema Essen", nonché delle esigenze dell'esercizio ferroviario. Questo programma dovrà riportare l'approvazione delle Ferrovie, che si riservano di introdurvi tutte le variazioni che esse ritenessero necessarie per assicurare, con ampia garanzia, la perfetta riuscita delle operazioni nei termini di tempo prefissati.
Il progetto di varo, completo dei disegni esecutivi, dei calcoli di stabilità e del programma esecutivo, dovrà essere presentato alla Dirigenza non oltre 30 (trenta) giorni dalla data in cui, per mezzo di Ordine di Servizio, viene restituito approvato il progetto del manufatto da realizzare.
Tutti i maggiori oneri per i rallentamenti, che risulteranno effettivamente occorrenti rispetto alle previsioni del progetto approvato sia come maggiore riduzione di velocità dei treni, sia come maggiore durata, saranno addebitati all'Appaltatore qualora dipendenti dall'operato dell'Appaltatore medesimo.

ART. 47bis – ATTRAVERSAMENTI CON SISTEMA OLEODINAMICO (SPINGITUBO)

Negli attraversamenti ferroviari eseguiti mediante spingitubo, le tubazioni devono essere preparate e posate secondo quanto previsto e descritto. Non è consentito alcun lavoro su corpi ferroviari senza l'autorizzazione delle Amministrazioni competenti.
Nella posa in sotterraneo di tubi prefabbricati di qualsiasi sezione a spinta o a tiro ovvero mediante perforazione o battitura, contemplando anche l'asporto del terreno o roccia durante l'avanzamento, l'estrazione della risulta dal tubo e la sua rimozione dall'aera di lavoro, valgono le seguenti disposizioni.

Modalità esecutive

Generalità

La scelta delle procedure di lavoro, il loro svolgimento ovvero la tecnologia e l'impiego dei mezzi meccanici spetta all'Appaltatore.
Gli scostamenti dall'asse di avanzamento o dalle misure di progetto vanno immediatamente comunicate alla D.L., per concordare poi i necessari interventi correttivi.
Se durante l'esecuzione si presenta il rischio dell'apertura di voragini, della fluidificazione del terreno, di sollevamento durante l'avanzamento, di emergenze d'acqua, di danneggiamento dei tubi reggispinta o di costruzioni simili, di cedimento dei sovrastanti rilevati stradali o ferroviari, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire immediatamente gli interventi necessari per prevenire i danni informando immediatamente la D.L..

Negli attraversamenti con spingitubo lo scavo di svuotamento verrà eseguito mediante coclee; solo per diametri superiori o uguali a DN 1400 mm potrà essere valutata la possibilità dello svuotamento manuale qualora possibile in condizioni di sicurezza delle maestranze.
La metodologia di attraversamento e tutte le operazioni di varo nonché quelle successive per il completamento dell'opera dovranno avere luogo con la piena ed integrale osservanza delle norme e delle disposizioni che verranno impartite dall'Amministrazione proprietaria e dalla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori e durante lo sviluppo degli stessi.
L'esecuzione dei lavori dovrà essere attuata attraverso ditta specializzata, e con l'intervento di tecnici e maestranze particolarmente qualificati. La Ditta dovrà opportunamente documentare la propria idoneità tecnica in materia, attraverso documentazione ed attestati, e dovrà inoltre dimostrare di avere già eseguito, con esito positivo, attraversamenti analoghi , per tipo e dimensione , a quelli previsti nel progetto.
L'Impresa è obbligata a sottoporre al benestare della Direzione Lavori, entro il termine dalla stessa stabilito, un dettagliato programma di esecuzione dei lavori, i calcoli di stabilità di tutte le strutture, siano esse provvisorie o definitive, nonché le caratteristiche delle apparecchiature che verranno installate ed impiegate per le operazioni di spinta.
L'Impresa avrà cura di condurre i lavori con le necessarie cautele per prevenire ed impedire il verificarsi di incidenti e riconoscerà, a proprio esclusivo carico, qualunque responsabilità, per inosservanza delle norme vigenti per la sicurezza dell'esercizio da parte del proprio personale.
In particolare le tubazioni dovranno corrispondere alle indicazioni di cui agli elaborati di progetto allegati. Spessori e tipo di materiali che risultano da specifici calcoli progettuali dovranno essere verificati dall'Appaltatore e fatti propri.
Le modalità di esecuzione dell'attraversamento dovranno rispettare le tecniche già collaudate e le particolari prescrizioni che saranno impartite all'atto esecutivo.
Le eventuali opere provvisionali atte a contenere il terreno circostante la fossa stessa (blindaggi, armature, ecc.) qualunque sia il tipo di terreno e la profondità della fossa, faranno carico all'Appaltatore essendosene già tenuto conto nella formazione del prezzo a corpo.
Eventuali imperfezioni sulla rettilineità, direzione e pendenze potranno essere tollerate ed accettate se non pregiudicheranno in alcun modo l'infilaggio del tubo.
Saranno comunque a carico dell'Impresa tutti i maggiori oneri relativi alle variazioni del progetto originale causati dalle imperfezioni di cui sopra.
Nel caso il lavoro non venga accettato, l'Impresa, qualora sia possibile eseguire un altro attraversamento secondo un nuovo tracciato, dovrà provvedervi a propria cura e spese; rimangono a carico dell'impresa anche tutti i maggiori oneri dovuti all'adattamento del tracciato della tubazione al nuovo percorso.
Qualora non sia possibile eseguire un altro attraversamento su un nuovo tracciato, o perché non autorizzato dall'Ente proprietario della strada o dell'infrastruttura da superare, o perché non possibile per altre motivazioni tecniche, l'impresa dovrà provvedere alla rimozione del controtubo ed alla ripetizione dell'infissione.
In qualsiasi fase del lavoro dovrà essere provveduto all'aggottamento delle acque, anche mediante l'abbattimento della falda, così da assicurare l'esecuzione del lavoro all'asciutto.

L'esecuzione sarà eseguita da fossa di spinta debitamente predisposta, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire.
La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta pressione a raggi laser e comunque saranno accettati scostamenti in + o in - non maggiori dello 0.2%.
Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 13.05.2014 e altre disposizioni vigenti in materia.
Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti. smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.
Ostacoli
Se la posizione di condotte, cavi, drenaggi, canali, capisaldi o di altre opere esistenti non può essere indicata con precisione, essa va accertata tramite opportune indagini, a cura dell'Appaltatore.
Le modalità di rimozione dei trovanti che in rapporto al diametro del tubo infisso costituiscono un ostacolo, vanno definite in accordo con la D.L..
Le costruzioni limitrofe soggette a pericolo vanno protette a regola d'arte.
Prestazioni integrative previste a cura dell'Appaltatore
Verifica dello stato delle strade, della superficie del terreno, dei collettori, etcc.
Captazione ed evacuazione delle acque di consumo del cantiere.
Spostamento delle attrezzature di avanzamento e dei mezzi meccanici da uno scavo all'altro e all'interno dello stesso scavo oppure ridispiegamento delle attrezzature di avanzamento e di asporto del terreno.
Fornitura di prove di stabilità e di disegni, in quanto necessari per le opere provvisionali.
Iniezioni nello spazio anulare, connesse con la tecnologia adottata dall'Appaltatore.
Scavo, predisposizione, protezione e riempimento delle fosse iniziali e terminali.
Installazione, messa a disposizione, utilizzo e rimozione di gruppi elettrogeni di emergenza.

2.5 – MANUFATTI PREFABBRICATI

ART. 48 - DISOLEATORI

L'impianto separatore di oli minerali con annesso separatore sarà del tipo compatto, compreso separatore fango integrato, separatore a gravità ed a piastre di coalescenza con chiusura afflusso a galleggiante e possibilità di prelievo di campioni sullo scarico; completo di copertura piatta con 2 aperture di accesso, anelli di rialzo del pozzetto (H = 30 cm) e 2 chiusini in ghisa (C250) con telaio dello stesso materiale.
Caratteristiche tecniche:
Componenti: S – II – I – P (Sedimentare – Separatore di gravità completo di sonda (eventuale) – Separatore filtro a coalescenza – Prelievo campioni)
Classe di separazione: I
Efficienza di depurazione: contenuto di oli residui < 5 mg/l garantito, purché sia garantito il rispetto delle norme EN 858-1 del 01/2002 (tipo di impiego), EN 858-2 del 01/2003 (dimensionamento) nonché dei criteri di dimensionamento del costruttore.
Omologazione: collaudato in conformità a EN 858-1 del 01/2002.
Qualità calcestruzzo: C 50/60 XA 2T (resistente agli oli).
Inserti interni (senza piastre di coalescenza): acciaio legato 1.4541, trattato in bagno di decapaggio.
Dispositivo di chiusura ingresso a galleggiante: tarato su densità 0,9 kg/dm³, installato sull'ingresso dell'impianto separatore di oli minerali in modo da impedire un eccessivo riempimento del separatore (possibile fuoriuscita di olio) nella fase di chiusura automatica del sistema a galleggiante.
Separatore a chiarificatore lamellare: eseguito con sistema a piastre inclinate con effetto autopulente per efficienza di depurazione ottima e minimi oneri di manutenzione.
Dati tecnici:
Dimensioni nominali (NS) tipo S-II-I-P
Carico massimo sulla copertura: 400 kN
Capacità separatore fango: vds. elaborati di progetto
Volume accumulo oli: vds. elaborati di progetto
Dimensioni esterne indicative: vds. elaborati di progetto
Profondità (standard) indicativa: vds. elaborati di progetto

Profondità ingresso (standard) indicativa: vds. elaborati di progetto
Diametro nominale/DN tubo ingresso e uscita: vds. elaborati di progetto
Peso del componente più pesante indicativo: vds. elaborati di progetto
Peso totale indicativo: vds. elaborati di progetto

Modalità di posa:

Una volta eseguito lo scavo, verranno eseguiti: il piano di posa in conglomerato cementizio avente classe di resistenza ≥ C20/25 dello spessore minimo di cm. 20 armato con doppia rete elettrosaldata tipo B450C Φ 8 20x20, i cordoni di bloccaggio con malta cementizia, gli innesti delle tubazioni in entrata e uscita con relative guarnizioni, le necessarie sigillature tra vasca-soletta e soletta-cono di riduzione e cono di riduzione-chiusino con collante a due componenti.

Prova di collaudo:

La prova di collaudo sverrà eseguita secondo la normativa UNI EN 858-1.

2.6 – SISTEMAZIONI COSTIERE

ART. 49 - SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE

Per difendere dalle erosioni provocate dalle acque i tratti del corpo stradale del previsto percorso pedonale scorrenti in fregio alla spiaggia, saranno costruite scogliere costituite da massi naturali.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere devono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque e non presentare piani di sfaldamento o incrinature da gelo.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività ecc. in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, approvate con R.D. 16 novembre 1939, n° 2232 e ss.mm..

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso, saranno divisi nelle seguenti categorie:

a) pietrame in scapoli del peso singolo compreso fra Kg 5 e Kg 50 per l'intasamento delle scogliere;
b) massi naturali di 1^ categoria del peso singolo compreso fra Kg 51 e Kg 1.000;
c) massi naturali di 2^ categoria del peso singolo compreso fra Kg 1.001 e Kg 3.000;
d) massi naturali di 3^ categoria del peso singolo compreso fra Kg 3.001 e Kg 7.000.

L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie. Le scogliere devono essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri, in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite dal progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

ART. 50 - GABBIONATE

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni delle Linee Guida emesse dal Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale dd. settembre 2013 "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione"; saranno di forma prismatica o cilindrica, e costituita da maglie esagonali a doppia torsione. Le dimensioni del filo delle maglie e dei tiranti, il peso e le capacità dei gabbioni verranno precisati, volta a volta, dalla Direzione dei Lavori. I fili metallici delle maglie, quelli per le cuciture ed i tiranti avranno zincatura forte, in ragione di 260÷300 gr per ogni m^2 di superficie zincata e dovranno corrispondere alle Norme di cui alle Linee Guida summenzionate. Le prove sui materiali dei gabbioni e sulla zincatura saranno eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme stabilite dalla Circolare sopra citata.

Il riempimento delle gabbionate verrà effettuato con pietrame e ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete), collocati a mano; le facce in vista saranno lavorate come prescritto per la muratura a secco e con analogo onere di pagamento.

Durante il collocamento verranno posti in opera i tiranti di attraversamento riunenti le opposte pareti e quelli riunenti le testate con le pareti.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.
Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente. I gabbioni dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto.
Preliminarmente l'impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.
Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.
Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.
Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25÷30 cm.
Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori. Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.
Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva.
Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.
Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.
Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0.3 e 0.4).
La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.
Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

3. OPERE D'ARTE IDRAULICHE

3.1 - IMPERMEABILIZZAZIONI

ART. 51 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE IN C.A.

1. Guaine bituminose armate con non tessuti in poliestere

1.1 **Modalità di messa in opera**: Il manto impermeabilizzante potrà essere realizzato con guaine preformate di larghezza non inferiore a un metro, i cui costituenti rispondano, per caratteristiche meccaniche e quantità, alle normative stabilite nel seguito.

Tali guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione. Il manto impermeabile potrà anche essere realizzato con guaine costruite in opera, dopo la stesa del primer, spruzzando il legante a temperature non inferiori ai 180°C o 230°C, secondo la stagione e il tipo di legante, con idonei fusori, prima e dopo la messa in opera del non tessuto; in questo caso le strisce di non tessuto dovranno avere una larghezza non inferiore ai 2 metri per ridurre il numero dei giunti. L'Impresa potrà proporre alla Direzione Lavori, alla quale spetta insindacabilmente la scelta finale, il sistema di realizzazione con guaine preformate o con guaine costruite in opera.

Si adotteranno, su disposizione della Direzione Lavori, le masse bituminose e non tessuti di volta in volta adatti (seguendo le prescrizioni date nel seguito), a seconda delle caratteristiche degli impalcati e delle condizioni climatiche presenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

Nel caso di impiego delle guaine preformate si adotteranno, a parere insindacabile della Direzione Lavori, uno dei due diversi metodi di messa in opera, usando per ognuno di essi un tipo apposito di guaina preformata.

1° metodo di stesa - Guaina messa in opera direttamente sul primer. Si adotterà indicativamente nel caso di solette lisce regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura medie diurne dell'aria non minori di 10°C.
Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 4÷5 mm, dei quali 2÷3 mm[(1)] di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto col primer, ad un massimo di 0,5 mm, sempre di massa bituminosa, al di sopra dell'armatura.

2° metodo di stesa - Guaina messa in opera dopo una spalmata di circa 1 Kg/mq della stessa massa bituminosa che la costituisce (anche diluita con un massimo di 20% di bitume 60/70), sopra il primer d'attacco alla soletta. Si adotterà indicativamente nel caso di solette con superfici scabre o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura diurna dell'aria minore di 10°C.
Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 3÷4 mm; dei quali 1÷2 mm di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto con la massa spalmata in precedenza ed un massimo di 0,5 mm (come nel caso precedente), sempre di massa bituminosa, al di sopra dell'armatura.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 4÷5 mm; la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta (2 Kg/mq, misurati con le modalità descritte nel seguito per il primer).

Sarà escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale, la presenza di questa ultima nella massa bituminosa comporterà l'assegnazione di 10 punti alla guaina che la contiene.

Le caratteristiche della massa bituminosa saranno le seguenti:

M1 - punto di rammollimento P. e A. (°C)	130 ÷ 140
M2 -punto di rottura Fraas (°C)	- 15
M3 - penetrazione (dmm) (con peso di 100 gr) a 25°C	20 ÷ 30

(1) Un mm di spessore della massa bituminosa corrisponde ad una quantità della stessa di 1 Kg/mq

La rispondenza a queste caratteristiche comporterà l'assegnazione di 4 punti per ognuna delle precedenti prove (M1, M2, M3) non soddisfatte.
L'armatura sarà costituita da tessuto "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità, solidamente collegate tra di loro e termicamente stabilizzate.
Saranno anche ammesse guaine con armature miste, non tessuto in poliestere e rete o velo di vetro (o altro materiale non putrescibile), in questo caso però la guaina verrà penalizzata di 2 punti.
Le prove sull'armatura saranno effettuate su campioni che siano stati in precedenza tenuti in aria calda (180°C), senza tensione per 10 minuti.
Le caratteristiche dell'armatura dopo tale condizionamento saranno:

A1 - Resistenza alla punzonatura a 40°C (tempo di condizionamento di 15 minuti), su dischi liberi del solo non tessuto per un Ø di 10 cm e punzone sferico / 5 mm. Velocità di avanzamento del punzone 25 mm/min; 5 punzonature per campione, su due campioni. Valore finale ottenuto dalla media di due valori a loro volta medie di 5:
- non inferiore a 15 g.
Qualora i valori risultino inferiori a 15 g la guaina verrà penalizzata di 4 punti.

A2 - Peso dell'armatura. Il peso del solo non tessuto dovrà essere non inferiore ai 300 gr/mq, per utilizzazioni su impalcati lisci o resi tali con l'impiego di bocciardature o riprese con malte di resina.
Per impalcati con irregolarità superficiali superiori al centimetro sotto regolo di 1 m saranno usate armature più pesanti, fino a 450 gr/mq. L'utilizzazione di guaine di peso diverso dal minimo prescritto dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.
La presenza di non tessuti di peso inferiore ai 300 gr/mq comporterà l'eliminazione della guaina (punti 10).

Le armature dovranno inoltre avere:

- variazioni dimensionali (tra -30°C e +200°C) minori del 3%;
- punto di fusione (in bagno di opportuni olii) non inferiore a 250°C;
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi ed all'azione dei microorganismi (immarcescibilità);
- perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

La carenza di uno dei requisiti precedenti comporterà ugualmente l'eliminazione della guaina che usi quel tipo di armatura (punti 10).

La guaina completa (preformata o costruita in laboratorio) avrà le seguenti caratteristiche:
posizione asimmetrica dell'armatura (anche quella di tipo misto) rispetto l massa bituminosa che sarà di spessore di circa 0,5 mm nella parte superiore, a contatto con il conglomerato bituminoso, e nella parte inferiore di spessore pari a:

1° metodo di stesa - 2÷3 mm, se la guaina è messa in opera direttamente sul primer (spessore complessivo guaina 4 ÷ 5 mm).

2° metodo di stesa - 1÷2 mm se la messa in opera della guaina è preceduta dopo la stesa del primer da una spalmata della stessa malta bituminosa costituente la guaina, in ragione di circa 1 Kg/mq (spessore complessivo guaina 3÷4 mm).

(In ambedue i casi lo spessore complessivo dell'impermeabilizzazione in opera sarà di 4 ÷ 5 mm).
Posizioni dell'armatura diversa da quelle prescritte porteranno all'eliminazione della guaina stessa (punti 10).

G1 - Prova di piegatura a 5°C (eseguita dopo condizionamento per almeno due ore in ambiente a temperatura controllata, e nel tempo di 15 secondi dall'estrazione del campione da questo ambiente), attorno ad un tondino di acciaio Ø 10 mm, anch'esso condizionato a 5°C, fino a far combaciare i bordi, su due campioni di 10x10 cm.
La prova sarà eseguita piegando i campioni in senso longitudinale e trasversale, dalla parte col massimo ricoprimento di massa bituminosa. In quest'ultima non dovranno formarsi fessure nette. Qualora la prova risulti negativa la guaina sarà eliminata (punti 10).

G2 - Resistenza a trazione nei due sensi (longitudinale e trasversale), su strisce larghe 8 cm e di lunghezza non superiore a 17 cm:
- velocità di trazione 25 mm/min;
- temperatura 20 = 5°C;
- resistenze (medie di 3 prove)

G2L-	In senso longitudinale	110 Kg/8 cm
	- allungamento (%)	maggiore del 30% e minore del 70%

G2T- In senso trasversale 60 Kg/8 cm
- allungamento (%) maggiore del 30% e minore del 70%
Qualora non risultino soddisfatti il valore di resistenza o di allungamento o entrambi, per ciascuna delle due prove verrà applicata alla guaina una penalizzazione di 5 punti.

G3 - Punzonamento a caldo (40°C con tempo di condizionamento di 15 minuti) su dischi liberi per un Ø di 10 cm e punzone sferico Ø 5 mm, dal lato superiore delle guaine:
- velocità di avanzamento del punzone 25 mm/min;
- 5 punzonamenti per campione, su due campioni.
Valore finale ottenuto dalla media dei due valori a loro volta medie di 5:
- non inferiore a 15 Kg.
Qualora non venga raggiunto il valore prescritto, la guaina verrà penalizzata di 8 punti.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori, sui materiali effettivamente messi in opera. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato), e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 10 g/cm2, in permeametro, a 60°C, per 5 ore, anche nelle zone di giunto.

1.2 **Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione degli stessi**: Per ogni tipo di guaina da impiegare dovranno essere forniti da parte delle Imprese:

- n. 1 rotolo di guaina preformata;
- n. 2 metri quadrati, con l'indicazione dei sensi longitudinali e trasversali, della sola armatura non impregnata e la indicazione della casa produttrice nonché delle caratteristiche tecniche da essa dichiarate con una descrizione sommaria dei metodi di prova serviti a determinarle.

Per le guaine non preformate dovranno essere forniti 5 Kg di massa bituminosa ed il non tessuto.

Dovranno inoltre essere forniti per ambedue i tipi di guaine (preformate o no) 1 Kg del primer che si intende usare come mano d'attacco con i solventi eventualmente necessari alla sua diluizione e la descrizione delle modalità d'impiego.

Al termine delle prove e sulla base dei risultati ottenuti, verrà attribuito ad ogni tipo di guaina il punteggio dalla somma dei valori indicati nel seguito, zero punti nel caso di prova o caratteristica positiva e 2 o più punti (fino a 10), nel caso di prova o caratteristica negativa.

Le guaine che avranno totalizzato 10 o più punti saranno ritenute non idonee per l'impiego autostradale.

Si riportano nel seguito dettagliatamente le caratteristiche richieste, le modalità di prova e d'impiego dei materiali costituenti e delle guaine preformate.

1.2.1. **Primer**: Primer di adesione alle superfici in calcestruzzo cementizio costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 85÷ 90°C). additivato di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, olii grassi e polveri, o rese tali.

La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stessa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta.

La quantità di primer messo in opera sarà compresa tra 350 e 500 gr/m2. L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 2 Kg/cmq, misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione), e velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 20°C (= 5°C).

La viscosità del primer, misurata in "tazza Ford 4 a 25°C dovrà essere compresa tra 20 e 25 sec. (Primer con 50% di residuo secco).

La messa in opera delle guaine verrà effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

1.2.2. **Massa bituminosa**: Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri, purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

2. Vernici bi componenti in catrame e resine epossidiche

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcati in acciaio a piastra ortotropa.

2.1 **Pianificazione:** Prima di iniziare i lavori sul campo, l'appaltatore è tenuto a redigere una serie di documenti che costituiranno il supporto tecnico per l'esecuzione del lavoro. Tali documenti avranno i seguenti contenuti:

MATERIALI

Verrà prodotta una lista dei materiali da impiegare per l'esecuzione delle varie lavorazioni. Tale lista sarà integrata dalle relative schede tecniche per materiali da acquistare confezionati e sottoposti ad approvazione da parte del direttore dei lavori.

ATTREZZATURE

Verrà prodotta una lista delle attrezzature che l'impresa intenderà introdurre ed utilizzare nel cantiere per la realizzazione del lavoro per ogni sua fase, ne verranno indicate le marche, la condizione, ed i tempi di reperibilità dei pezzi di ricambio.

ORGANIZZAZIONE

Verrà presentato un dettagliato modus operandi per l'esecuzione del lavoro nelle sue varie fasi, con riferimento alla composizione delle squadre, alla produttività delle macchine, alle condizioni di lavoro in relazione alle caratteristiche climatiche ed ambientali, ed ai tempi di produzione, trasporto, lavorazione o messa in opera dei materiali.

CONTROLLO QUALITA'

Verrà instaurato un sistema di controllo qualità che fornirà elementi in merito a:

- Procedure di qualificazione materiali.
- Procedure operative
- Procedure d'ispezione
- Procedure di rintracciabilità

Al termine di tutti questi adempimenti verrà redatto un programma lavori che tenga presente le condizioni di installazione e funzionalità del cantiere, modus operandi, rate di produzione, avanzamenti.

ART. 52 – IMPERMEABILIZZAZIONE SOTTO FALDA

Le opere di impermeabilizzazione sottofalda degli elementi a "C", della vasca di sollevamento e di altri interventi minori saranno eseguiti con prodotti a base di bentonite di sodio naturale.
In particolare si individuano i seguenti interventi tipo:

A) Impermeabilizzazione orizzontale e verticale

Verrà eseguita mediante impiego di telo bentonitico composto da due geotessili, di cui uno non-tessuto superiore ed uno tessuto inferiore, in polipropilene interagugliati, che racchiudono uno strato uniforme di bentonite sodica naturale, tipo Mapeproof o similare.
Le superfici sulle quali deve essere applicato il telo bentonitico devono essere regolari e prive di grosse protuberanze o grossi vuoti. I supporti possono essere anche umidi, ma privi di acqua stagnante.

1. Posa in orizzontale

Nel caso di posa su superfici orizzontali, realizzare uno strato di calcestruzzo al fine di avere un piano uniforme per la stesura del telo bentonico, avendo cura di porre a contatto con il calcestruzzo da impermeabilizzare il giusto lato secondo le indicazioni del produttore, a giunti sfalsati, sovrapponendo i bordi esterni per 10 cm e fissandoli con specifici chiodi e rondelle ogni 50 cm circa.
Il telo andrà poi risvoltato sui casseri perimetrali o sulle superfici verticali quali per esempio diaframmi, micropali, murature adiacenti, ecc. Successivamente, procedere al getto di calcestruzzo armato, adeguatamente progettato per resistere alla sottospinta idraulica.
In caso di interruzione del getto, il giunto di ripresa dovrà essere sigillato con giunti bentonitici o con un profilo acrilico idroespandente. Il calcestruzzo di platea, ai fini della durabilità, deve essere scelto in accordo alla normativa UNI 11104 (EN 206).
Per rispettare i rapporti acqua/cemento indicati per le classi di esposizione riportate in tale norma e assicurare ottime prestazioni al calcestruzzo fresco ed indurito (fluidità, mantenimento della lavorabilità, resistenze meccaniche a breve e a lunga scadenza, ecc.) attenersi alle specifiche del produttore, per poter elaborare un corretto mix design).

2. Posa su superfici verticali (post getto)

Prima di effettuare i getti verticali, tutte le riprese di getto, tra muratura e platea, e tra muratura e muratura, devono essere sigillate con giunti bentonitici o con profilo acrilico idroespandente. Eseguiti i getti secondo quanto raccomandato dalla normativa UNI 11104 (EN 206), si deve procedere all'eliminazione di tutte le asperità e alla rasatura dei nidi di ghiaia mediante Mapegrout 430 o similare

I distanziatori metallici devono essere rimossi realizzando uno scasso di una profondità di circa 2 cm da sigillare, successivamente, con Mapegrout 430 o Planitop Rasa & Ripara.

In caso di tubi plastici distanziatori, chiudere tali elementi con gli appositi tappi e sigillarli mediante Adesilex PG4, adesivo epossidico bicomponente tissotropico.

In prossimità dell'angolo retto tra muro e fondazione si consiglia di realizzare una guscia, al fine di costituire un'opportuna base d'appoggio per il raccordo tra la superficie orizzontale e quella verticale, impiegando una malta a ritiro compensato tipo Mapegrout 430 o similare. Procedere successivamente alla posa dei rotoli di telo bentonitico partendo dall'alto, avendo cura di sovrapporre i bordi di 10 cm e di chiodarli, con rondelle ogni 30 cm.

Prima di procedere al reinterro, proteggere il telo bentonitico appena steso mediante la stesura di un tessuto non tessuto a filo continuo da minino 250 g/m². Il reinterro deve avvenire utilizzando materiale ben graduato privo di pietre a ridosso della geomembrana, a strati di 40÷50 cm compattando in modo omogeneo.

3. Posa su diaframmi e berlinesi (pre getto)

Procedere all'idrolavaggio delle superfici e alla regolarizzazione dei piani di posa e delle teste dei tiranti, che non dovranno presentare asperità o grossi avvallamenti, mediante l'applicazione di malta Tissotropica fibrorinforzata a ritiro controllato (tipo Mapegrout T60 o similare), resistente ai solfati per il risanamento del calcestruzzo, additivata nelle specifiche della ditta produttrice. Dopo l'indurimento della malta applicare sulle teste dei tiranti un foglio di telo bentonitico allo scopo di rinforzare localmente l'impermeabilizzazione.

Successivamente procedere all'impermeabilizzazione di tutte le superfici mediante l'applicazione del telo bentonitico partendo dall'alto, avendo cura di sovrapporre i bordi di 10 cm e di chiodarli, con rondelle ogni 30 cm.

Il sistema dovrà essere comprovato da certificato di idoneità tecnica rilasciato da organi ufficiali di certificazione ed preventivamente accettato dalla D.L..

B) Giunto Waterstop su riprese di getto

In corrispondenza delle riprese di getto saranno posti in opera giunti waterstop costituiti da cordolo a base di bentonite di sodio preidratata ad alta densità, ottenuto per estrusione sottovuoto, esente da gomme od altri materiali inerti di riempimento o legame, avente sezione quadrata delle dimensioni di mm. 25x25 o triangolare di mm. 35x35x50 e peso non inferiore a Kg. 1,16/ml., tipo "Idrospto B25" o similare, in grado di aumentare le dimensioni a contatto con acqua fino a 5 volte il volume iniziale, estrudendosi e riempiendo eventuali porosità in corrispondenza della ripresa di getto.

La posa avverrà in mezzaria dello spessore della muratura in ripresa, mediante chiodatura ogni 50 cm. ca. su piano di posa regolare e pulito da eventuali polverosità.

C1) Giunto di dilatazione in immersione (dilatazione < 15 mm)

In corrispondenza dei giunti di dilatazione saranno posti in opera giunti di dilatazione eseguiti mediante interposizione, in fase costruttiva, di profilo a base di gomme idrofile idroespandenti, tipo "Adeka KM 20x20" o similare, delle dimensioni iniziali di mm. 20x20, in grado di raddoppiare il proprio volume a contatto con acqua, mantenendo sui bordi del giunto una pressione costante che permetta di contrastare la spinta idrostatica.

La posa avverrà mediante incollaggio con idoneo mastice a base di polimeri direttamente sul cls. con accostamento laterale verso l'interno della struttura di fogli di polistirolo dello spessore di cm. 0,5 e di un doppio strato di membrana di bentonite di sodio preidratata ad alta densità tipo "Rawmat HDB" incollato o chiodato sul lato verso l'esterno, prima di procedere al getto di ripresa.

C2) Giunti di dilatazione raccordo monolite / scatolare (dilatazione > 15 mm)

In corrispondenza dei raccordi di platee o murature verticali fra monolite e scatolare, aventi movimenti di dilatazione o contrazione > 15 mm., verrà realizzato un giunto mediante posizionamento, in fase costruttiva, in mezzaria dello spessore della struttura, di giunto profilato in PVC di elevata resistenza chimica, all'invecchiamento ed alle sollecitazioni meccaniche, avente dimensioni di cm. 32 con bulbo centrale di movimento, tipo "Sika M O.32" o similare, posato e giuntato, se occorre, secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Il profilato sarà accuratamente confinato e protetto per il mantenimento dello stesso fino a ultimazione delle operazioni di varo del monolite, garantendo la corretta funzione del waterstop in ripresa delle opere attigue.
Accostamento laterale verso l'interno della struttura di fogli di polistirolo dello spessore di cm. 0,5 e di un doppio strato di membrana di bentonite di sodio preidratata ad alta densità tipo "Rawmat HDB" incollato o chiodato sul lato verso l'esterno, prima di procedere al getto di ripresa.
Relativamente alla resistenza all'invecchiamento, l'elemento dovrà garantire nessuna presenza di fessurazioni in atto dopo 4000 ore di esposizione al test QUV.
Le proprietà della membrana dovranno essere verificate nei seguenti certificati: BBA 89/2216; ATG 98/1870; KOMO ATC 020395; SITAC 0299/95; DIN 7864 preventivamente accettate dalla D.L..
La membrana dovrà essere prodotta da azienda certificata ISO EN 9200 ed ISO EN 14100
Sia le giunzioni in cantiere che i dettagli esecutivi del sistema di impermeabilizzazione dovranno essere eseguiti con prodotti della stessa ditta produttrice la membrana.
Per lo specifico sistema di impermeabilizzazione sottofalda, l'Impresa dovrà presentare specifico collaudo da parte della ditta fornitrice nonchè fornire all'Amministrazione garanzia decennale postuma di "rimpiazzo e posa in opera specifica per il Sistema".

ART. 53 – SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE "VASCA BIANCA"

Le opere di impermeabilizzazione sottofalda delle strutture scatolari del monolite e degli elementi a "C" saranno eseguiti con il sistema della "vasca bianca".

Premessa

Il sistema "vasca bianca" si basa su una struttura singola in calcestruzzo impermeabile e sull'impermeabilizzazione di fessure, giunti ed attraversamenti con iniezione di resina elastica ed espansiva. E' un concetto di impermeabilizzazione per costruzioni interrate in falda e di contenimento acqua che opera la fessurazione programmata del conglomerato cementizio e gestisce i punti di discontinuità della struttura, quali le riprese di getto e gli attraversamenti (ad esempio le opere impiantistiche) con la predisposizione di adeguati profili da iniettarsi successivamente mediante immissione ad alta pressione di resina acrilica espandente elastica.
Questa tecnologia dovrà basarsi sulla sinergia dei seguenti fattori:

1. definizione di un mix disegn di calcestruzzo con specifiche caratteristiche di impermeabilità;
2. studio della fessurazione programmata del conglomerato cementizio della platea e delle pareti perimetrali;
3. definizione delle armature minime per le condizioni di carico associate alle azioni di ritiro e sbalzo termico, abbinate all'impiego di profili dediti all'induzione della fessurazione in sezioni prestabilite;
4. predisposizione di appositi profili iniettabili nei punti di discontinuità della struttura;
5. iniezione di resina impermeabilizzante nei profili di fessurazione programmata, in quelli di ripresa di getto ed in quelli a gestione degli attraversamenti delle predisposizioni impiantistiche.

1. Calcestruzzo impermeabile

Basandosi esclusivamente sulla tecnologia del calcestruzzo, è indispensabile ottenere un conglomerato cementizio con caratteristiche di tenuta idraulica elaborando un mix design avente le seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza minima C25/30;
- classe di consistenza minima 200 ± 30 mm;
- classe di esposizione minima XC2;
- contenuto d'aria massimo 3,5%;
- massa volumica minima 2.360 kg/m^3;
- rapporto acqua/cemento massimo 0,52;
- impiego di cemento con classe di resistenza 32.5, così da avere un indurimento più lento che non quello che si avrebbe con cementi di classe di resistenza superiore;
- uso di cemento di tipo CEM III/A o CEM IV/A o CEM IV/B o CEM II/B-S o CEM II/B-P o CEM II/B-Q o CEM II/B-S; fermo restando il raggiungimento delle resistenze previste entro i termini indicati dalla Legge, sarà indispensabile limitare il dosaggio di cemento in modo da contenere i fenomeni fessurativi discendenti dallo sviluppo del calore d'idratazione e dal ritiro;

- uso di superfluidificante di tipo acrilico con dosaggi in funzione della stagione di impiego e normalmente compresi tra l' 0,9%÷1,1% sul peso del cemento in quantitativi cioè tali da rendere lavorabile l'impasto senza ritenere necessaria alcuna aggiunta di acqua in cantiere;
- distribuzione granulometrica degli aggregati sulla base della normale disponibilità dell'impianto di betonaggio; in particolare, tale assortimento prevede l'utilizzo di inerti con diametro massimo pari a 31,5 mm nonché l'uso di una curva sufficientemente discontinua in grado di offrire una buona lavorabilità del calcestruzzo ed una sufficiente pompabilità della miscela; per curva discontinua si intende un mix design con bassa presenza di sabbie diametro da 4÷8 mm ed un contenuto ottimale di elementi farinosi inferiori a 0,125 mm.

2. Elementi di fessurazione programmata

Alla luce del fisiologico fenomeno di contrazione volumetrica che il calcestruzzo subisce durante la fase propriamente detta di "ritiro" e delle fessure che, per la limitata resistenza a trazione del conglomerato stesso e per i vincoli di contrasto al contorno esistenti, si originano, la tecnologia "vasca bianca" ottimizza tale evidenza spontanea; ovvero: veicola in sezioni prestabilite tali fessure mediante l'impiego di elementi sagomati in polietilene HDPE con nucleo in gomma schiuma posati pre-getto tra le maglie interne di armatura di platea e pareti; tali profili, rimasti annegati in getto ed a fessura indotta, sono realizzati in modo da consentire poi l'agevole scorrimento di una resina acrilica da iniettarsi ad alta pressione ed in grado di impermeabilizzare tutta la sezione.
La definizione della posizione di questi elementi di fessurazione in platea e pareti laterali sarà stabilita dall'Engineering del sistema "vasca bianca" in dialogo diretto con il calcolatore statico dell'opera; normalmente tali profili verranno disposti in quelle posizioni che, per esigenze prettamente esecutive, sarebbero idonee ad essere scelte come giunti di lavoro.

3. Armature minime per ritiro e sbalzo termico

In abbinamento all'impiego dei profili di induzione della fessurazione programmata in sezioni prestabilite, si dovrà operare delle verifiche allo stato limite di fessurazione volte ad appurare che, all'interno dei campi omogenei di calcestruzzo armato, l'ampiezza delle fessure indotte da sbalzo termico e ritiro in stato limite di esercizio non sia superiore a valori compresi tra 0,10÷0,20 mm; il limite di riferimento specifico sarà stabilito in funzione del rapporto tra il battente di falda di progetto e lo spessore dell'elemento in c.a. preposto alla tenuta idraulica. Riguardo alla definizione delle armature, si prenderanno come riferimento le specifiche dell'Eurocodice 2 parte 3 mediate con quanto storicamente riscontrato negli anni nei cantieri che hanno sviluppato la tecnologia "vasca bianca".
In particolare sarà importante osservare che passo e diametro delle armature, ai fini dell'impermeabilità del manufatto, sono valutati in funzione dei seguenti parametri:

- classe di resistenza del calcestruzzo;
- classe di resistenza del cemento;
- gradiente termico nel breve e lungo termine;
- dimensioni delle campiture di getto;
- umidità relativa in fase di stagionatura;
- deformazione da ritiro;
- entità del copriferro;
- tensione d'esercizio del ferro di armatura;
- sezione dell'elemento strutturale;
- tipo e durata dei carichi;
- tipo di distribuzione delle deformazioni sulla sezione.

4. Canali di ripresa, giunti di dilatazione e manicotti

Il trattamento ai fini della tenuta idraulica dei punti di discontinuità della struttura, quali le riprese di getto, i giunti di dilatazione ed il passaggio di tubazioni passanti in direzione perpendicolare rispetto alle superfici di platea e pareti, avviene mediante la posa di profili, quali rispettivamente canali di ripresa, waterstop iniettabili e manicotti, che saranno poi oggetto di successiva iniezione in analogia a quanto accennato per gli elementi di fessurazione.
I canali di ripresa, di sezione indicativa 3x2 cm, saranno fissati tramite tassellatura o inchiodatura in mezzo ai ferri di chiamata per tratte con continuità non superiore a 6 metri; i punti di discontinuità tra una tratta e l'altra sono necessari affinché l'attività di successiva iniezione vada a buon fine in quanto la creazione di percorsi iniettabili con continuità superiore comporterebbe una minore messa in pressione del sistema, pena una debole impermeabilizzazione del giunto; del resto, la distanza (non superiore ai 5

cm) tra l'inizio e la fine di un canale di iniezione è invece di entità tale che l'impermeabilizzazione in questi punti avviene per la semplice fuoriuscita in pressione della resina dai terminali degli stessi profili.
I waterstop iniettabili permettono la gestione, ai fini della tenuta idraulica, dei tradizionali giunti strutturali di dilatazione; la particolarità di questo specifico profilo, al fine di creare un ulteriore sbarramento all'acqua che dall'esterno potrebbe anche aggirare l'ala del waterstop stesso (per quanto dotata di nervature ammorsate in getto), è quella che sono presenti sulle sue estremità delle microtubazioni forate diametro 12 mm che permettono la diffusione della resina iniettata in pressione, impedendo il rischio di infiltrazione sopra citato.
I manicotti invece sono profili in gomma schiuma di sezione 60x15 mm che, tramite nastro adesivo telato, verranno, preliminarmente al getto, fissati direttamente alle tubazioni da trattare; la dimensione e la conformazione delle celle che costituiscono la spugna del manicotto sono in grado di impedire la penetrazione della boiacca cementizia durante il getto, ma permettono la diffusione capillare della resina durante la successiva iniezione.

5. Resina impermeabilizzante

A maturazione ultimata del calcestruzzo, la sigillatura di fessure, di giunti di ripresa ed in ogni altro punto di discontinuità preliminarmente previsto e gestito tramite la posa di elementi di fessurazione, di canali di ripresa, di waterstop iniettabili e di manicotti, avverrà mediante l'iniezione, ad alta pressione, di resina acrilica bicomponente elastica.
Essa dovrà essere compatibile con l'ambiente e con tutti i manti impermeabilizzanti. Avere un'elevata resistenza chimica, rendendola idonea anche per le classi di esposizione più aggressive; manifestare un ottimo comportamento al fuoco, non essere combustibile e, se sottoposta per un tempo prolungato alle fiamme, non sviluppare gas nocivi. Al momento dell'iniezione, la resina dovrà avere la stessa viscosità dell'acqua, permettendo la saturazione di fessure, giunti di ripresa e nidi di ghiaia. In pochi istanti poi, catalizzandosi, si dovrà espandere sigillando per pressione i vuoti presenti nel calcestruzzo; a fronte di eventuali movimenti della fessura dell'ordine di qualche decimo di millimetro, la resina si dovrà espandere ulteriormente, autoriparando l'impermeabilizzazione. Questa proprietà di rigonfiamento reattivo e reversibile dovrà rimane costante nel tempo e permettere alla resina di adattarsi ad eventuali movimenti della fessura, mantenendo inalterata nel tempo l'efficacia dell'impermeabilizzazione. Tali iniezioni, inoltre, possono avvenire anche in presenza di acqua ed acqua in pressione permettendo di risolvere anche situazioni caratterizzate da una certa emergenza e/o criticità con verifica immediata dell'efficacia dell'intervento.
Agendo per pressione, del resto, l'efficacia della sigillatura è indipendente dallo stato delle pareti della fessura e dall'eventuale presenza di oli o carburi non rendendo quindi necessarie attività di pulizia con conseguente risparmio di tempo e denaro.
L'iniezione ad alta pressione consentirà che la resina possa effettivamente sigillare, per tutto lo spessore dell'elemento strutturale, la fessura passante: pertanto oltre al ripristino puntuale dell'impermeabilità del manufatto, si impedirà da un lato che le armature metalliche possano subire fenomeni di corrosione e, dall'altro, che venga pregiudicata la durabilità del conglomerato cementizio.
Dal punto di vista funzionale alla resina vengono richieste le seguenti specifiche:

- aspetto iniziale colorato per essere distinguibile dall'acqua, con pigmento che dopo pochi minuti dall'iniezione possa scomparire rendendola completamente incolore per non lasciare tracce sulla superficie iniettata;
- assenza di solventi in modo da non alterare l'ambiente.

6. Attività operative richieste in fase di progetto e sul cantiere

Il sistema "vasca bianca" è una tecnologia che presuppone necessariamente una iniziale progettazione dedicata dell'impermeabilizzazione e, poi, durante la realizzazione della scatola in c.a. impermeabile, un rigoroso piano dei controlli delle lavorazioni: le figure professionali che devono essere messe a disposizione dal fornitore del sistema saranno:

- l'ingegnere, che si confronta e collabora con il progettista delle strutture e provvede con il suo staff alla stesura di un disegno costruttivo specifico, completo di ogni dettaglio e prescrizione occorrente;
- il tecnologo, che mette a punto la miscela del calcestruzzo impermeabile sia sulla base dei parametri di progetto che in funzione delle esigenze proprie di cantiere; tali controlli, dapprima effettuati in sede di pre-qualifica in impianto, verranno poi reiterati sulle forniture in cantiere, sia sul conglomerato fresco che su quello indurito;
- il tecnico specializzato preposto alla posa degli elementi di fessurazione, dei canali di ripresa e dei manicotti, sempre in stretta sincronia con le lavorazioni delle squadre di ferraioli e di carpenteria;

- il responsabile operativo del sistema, che da un lato verifica che l'impresa esecutrice rispetti le prescrizioni progettuali dettate dall'Engineering "vasca bianca" e dall'altro che i tecnici specializzati abbiano correttamente messo in opera i sistemi di posa propedeutici ad una adeguata iniezione;
- il tecnico specializzato dedicato all'iniezione dei sistemi "vasca bianca", che, previo scambio di informazioni con il responsabile operativo ed il collega che ha operato la posa, a getti induriti e stagionati, opera la sigillatura a tenuta idraulica di fessure, giunti e ogni altro punto di potenziale infiltrazione.

7. Prescrizioni operative generali

1.1. Progettazione e tipo di costruzione

1.1.1. La soletta di fondo dovrà essere semplice e lineare senza troppe differenze di livello.

1.1.2. In corrispondenza di manufatti posti su diverso piano di fondazione sarà necessario interporre un pannello isolante o sabbia sul piano di fondazione, per evitare delle fessure dovute a cedimenti o restringimenti differenziali.

1.1.3. Posare sopra il magrone di fondazione due strati di polietilene, per evitare lesioni alla soletta di fondo; in presenza di roccia, interporre un pannello isolante; per pareti gettate contro diaframmi interporre un pannello drenante (tipo Deltadrain o Terradrain G20 TRT o equivalente).

1.1.4. Aspetti geotecnici: sistema di controllo dell'acqua in falda:
- sulla base della perizia geologica allegata al progetto con le necessarie prove di permeabilità del terreno, verrà definito il più idoneo sistema di pompaggio;
- adottare adeguati sistemi di pompaggio e contenimento del terreno di scavo, in modo da evitare getti in presenza di acqua sorgiva e affluente, per evitare il dilavamento del calcestruzzo fresco;
- da concordare in fase progettuale con la Ditta Esecutrice il sistema impermeabilizzante la metodologia da adottare per la chiusura dei pozzi di pompaggio.

1.1.5. La predisposizione dell'armatura di sostegno degli elementi di fessurazione e cassero ed i dettagli per manicotti e passaggi saranno da inserire nei progetti esecutivi e nella lista ferri.

1.1.6. Le armature di ritiro sono da concordare con la Ditta Esecutrice il sistema, prima di consegnare la lista ferri; le armature andranno disposte in modo da consentire una vibrazione controllata.

1.1.7. Gli elementi passanti quali tubi, pozzi, ancoraggi, travi, giunti di ripresa di dilatazione e di fessurazione come pure i fori nei casseri sono da concordare preventivamente con la Ditta Esecutrice il sistema.

1.1.8. A cura della Ditta Esecutrice il sistema andranno predisposti disegni esecutivi dei casseri, delle armature e canalizzazioni con l'indicazione degli impianti e dei sistemi di ancoraggio; essi andranno debitamente sottoscritti dalla stessa prima dell'inizio della lavorazioni.

1.1.9. La Ditta Esecutrice del sistema "vasca bianca" dovrà rendere operante una specifica garanzia assicurativa per una durata minima di 10 anni, in grado di coprire l'intera impermeabilizzazione e da potersi attivare in caso della comparsa di infiltrazioni.

1.2. Qualità e tipo di calcestruzzo (Norma di riferimento: EN 206-1:2000 e Norme correlate)

7.2.1 Il calcestruzzo di tipo "impermeabile" ed a ritiro controllato dovrà avere come minimo una classe di resistenza alla compressione pari alla C25/30 (R_{ck} = 30 N/mm^2).
La sezione minima dell'elemento sarà pari a 25 cm con diametro massimo dell'aggregato di 32mm; nel caso di solette lo spessore minimo dovrà essere di 30cm.

7.2.2 Calcestruzzo a ritiro controllato.
Tipo: su composizione.
La misura della consistenza verrà determinata con:
a) Diametro di spandimento, pari alla Classe F3 (da 420÷480 mm);
b) Abbassamento al cono di Abrams, nella Classe fluida S4 (tra 170÷230 mm);
c) Resistenza trazione diretta f_{ctk} < 2.90 N/mm^2;
d) Contenuto di Cloruri cl. 0,20;
e) Copriferro > 35 mm.

7.2.3 L'impermeabilità del calcestruzzo dovrà soddisfare i requisiti della normativa EN 206-1:2000 (EN 12390-8) o DIN 1048, con penetrazione massima consentita ≤ 30 mm.

7.2.4 Impianto di betonaggio in cantiere: ammesso in deroga se effettuata una prequalifica secondo prescrizioni della Ditta Esecutrice il sistema, a rispetto del concetto di calcestruzzo a prestazione equivalente (Norma EN 206-1:2000).

7.2.5 I controlli di qualità saranno a carico ed a discrezione della Ditta Esecutrice il sistema.

7.2.6 I controlli di qualità vengono eseguiti da laboratori ufficiali ai sensi della norma EN 206-1:2000 Certificati del settore.
7.2.7 Copie dei bollettini di consegna del calcestruzzo devono essere forniti agli addetti della Ditta Esecutrice il sistema.
7.2.8 48 ore prima del getto avvisare i responsabili della Ditta Esecutrice il sistema con indicazioni precise relative a: ora di getto, volume di getto e riferimenti alla parte d'opera.

1.3. Messa in posa/lavorazione e posa in opera del calcestruzzo "Vasca Bianca"

L'impresa esecutrice della posa del calcestruzzo dovrà attenersi alle norme EN 206-1:2000.
7.3.1 Pulire accuratamente il giunto di raccordo con un getto d'acqua a pressione.
7.3.2 Ridurre al minimo l'altezza di caduta del calcestruzzo fresco per evitare la separazione dei suoi componenti (altezza massima 2.50), per altezze superiori prevedere l'uso di una prolunga adeguata.
7.3.3 Sigillare i punti di appoggio delle casserature con nastri impermeabili o schiuma poliuretanica per evitare fuoriuscite di malta che possano causare la formazione di nidi di ghiaia.
7.3.4 Vibrare a regola d'arte il calcestruzzo per diminuire il rischio di formazione di nidi di ghiaia ed assicurare la stabilità delle casserature: assicurare un numero adeguato di vibratori ed un vibratore di riserva.
7.3.5 È strettamente vietato aggiungere acqua nelle autobetoniere o nel calcestruzzo in fornitura; aggiunte in tal senso potranno essere autorizzate solo da Tecnici dei Laboratori di Controllo della Qualità.
7.3.6 Protezione contro un rapido raffreddamento ed essiccamento con riferimento alle Norme EN 206-1:2000.
a) Pavimenti:
Proteggere subito ogni singolo getto in calcestruzzo con foglio in polietilene e/o manto termico protettivo (materassini termici), per almeno 7 giorni dopo il getto e mantenere la superficie bagnata tramite idonei sistemi di umidificazione.
b) Pareti:
Dopo avere tolto i casseri posare immediatamente il manto termico protettivo fissandolo in modo tale che aderisca ai muri ed impedisca il passaggio dell'aria per almeno 14 giorni.
L'uso di prodotti filmogeni sarà possibile solo se sarà preventivamente concordato con la Ditta Esecutrice il sistema.
In deroga alla Norma EN 262/1, Ditta Esecutrice il sistema potrà richiedere di allentare i fermi della casseratura dopo 24 ore.

8. Garanzia del sistema

Per lo specifico sistema di impermeabilizzazione "a vasca bianca", l'Impresa dovrà presentare specifico collaudo da parte della ditta fornitrice nonchè fornire all'Amministrazione **garanzia decennale postuma di "rimpiazzo e posa in opera specifica per il Sistema".**

3.2 – DRENAGGI, CONDOTTE E POZZETTI

ART. 54 - DRENAGGI

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 14 gennaio 2008 (punto 6).

1. **Drenaggi o vespai tradizionali**: I drenaggi o vespai dovranno essere formati con pietrame o ciottolame o misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo del tipo di fondazione; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.
Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano o con adeguati mezzi meccanici usando comunque i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiore dimensione dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino dovrà essere impiegato negli strati superiori.
La Direzione dei Lavori dovrà ordinare l'intasamento con sabbia lavata del drenaggio o del vespaio già costituito. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume,

da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

2. **Drenaggi con filtro in "geotessile"**: In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo "geotessile" in poliestere o polipropilene.
   I vari elementi di "geotessile" dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm 50.
   La parte inferiore dei "geotessili", a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 Kg/m^2. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o anche dopo la sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "geotessile" necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).
   Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "geotessile" alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il "geotessile" fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata a richiesta della D.L..

ART. 55 - TUBAZIONI IN C.A.V.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:
- $R_{ck} \geq 25$ MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa. Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m^3 di cemento.

ART. 55bis - TUBAZIONI IN C. A. PER MICROTUNNELING

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato ed avere le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza	C60/75
Classe di esposizione:	XA2
Normativa di riferimento:	DIN EN 1916 e DIN V 1201
Armatura Tipo a spirale:	 Acciaio B450C
Giunto	A tenuta in manicotto in acciaio Fe360 verniciato ed incorporato nel getto completo di guarnizione a tenuta
Anello di testata:	Con funzione ripartizione spinta e guarnizione di chiusura

ART. 55tris - TUBAZIONI IN ACCIAIO PE-EPOXY

Dovranno essere in acciaio ed avere le seguenti caratteristiche:

Acciaio:	Conforme alla norma UNI 10224 (L275).
Giunto:	Per saldature di testa.
Rivestimento esterno:	Polietilene applicato per estrusione, con classe di spessore rinforzata (R) a triplo strato (R3) (UNI 9099).
Rivestimento interno:	Resina epossidica spessore minimo 25 micron.

ART. 55quater - TUBAZIONI IN C. A. CENTRIFUGATI E TURBOCENTROFUGATI

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato ed avere le seguenti caratteristiche:

Sistema di prefabbricazione:	a compressione radiale - **Turbocentrifugato**
Normativa di riferimento:	**UNI EN 1916 (CE)** (come da DOP e marcatura CE allegate) **DIN 4035 – D.M. 14.01.2008**
Armatura Tipo a spirale:	in acciaio tipo B450C, dimensioni per carichi stradali di 1°categoria secondo D.M. 14.01.2008, risultante da calcolo statico
Giunto tipo di giunto: guarnizione;	a bicchiere in gomma conforme alle Norme UNI EN 681/1, applicata in stabilimento nell'apposita sede del maschio del tubo, a garanzia della tenuta idraulica
Cemento	Portland tipo II/A – LL 42,5 R secondo UNI 197/1 e marchiato CE
Acqua	naturale, con contenuto in cloruri e solfati secondo norma UNI EN 1008
Inerti sabbia: pietrisco:	UNI 8520/2 cat. A – marchiati CE 0/6 mm 6/12 mm
Calcestruzzo resistenza caratteristica di compressione a 28 gg	Rck > 50 N/mmq (Classe C40/50)

La posa del tubo con rinterro deve rispettare la normativa del D.M. 12.12.1985 art. 36 e le specifiche di posa indicate dal produttore in relazione a: minima copertura superiore, tipo di sottofondo, base di appoggio, rinfianco e ricoprimento.
Il montaggio e l'allineamento degli elementi dovrà prevedere un'accurata pulizia del bicchiere che dovrà essere abbondantemente lubrificato, passando poi all'istallazione dell'anello di tenuta in neoprene (60 SHORE) nella sede ricavata sul maschio del tubo; a questo punto dopo aver lubrificato l'anello, il tubo verrà avvicinato e presentato sull'invito e spinto fino raggiungere la profondità indicata.
Le giunzioni dovranno essere eseguite nel rispetto del D.M. 12/12/1985 art. 38.
Il rinterro e rinfianco della tubazione posata in campagna va eseguito a strati di cm. 20÷30 cm. con il materiale scavato, purché omogeneo e privo di pietre superiori a 50 mm., costipando il terreno soprattutto sulla fasce laterali con costipatori a piastra fino a superare di cm. 30 l'estradosso superiore dei tubi.
Il rinterro e rinfianco della tubazione posata su scavi eseguiti in strada va eseguito con sabbia ben costipata o ghiaino 8÷12 mm. fino a raggiungere la quota di 50 cm. dalla superficie stradale, lasciando in ogni caso lo spazio per il successivo cassonetto e pavimentazione stradale.

ART. 56 - TUBAZIONI IN P.V.C. RIGIDO

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma UNI 1401-1. Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio. La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

ART. 57 - CANALETTE

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento. L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40% spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m2 per faccia.

ART. 58 - CUNETTE

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi. Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori. Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 indicato dalla stessa direzione dei lavori. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

ART. 59 - RIVESTIMENTO PER CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

1. **Elementi prefabbricati in c.a.v.** Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente R_{ck} > 30 MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 kg/m^2. Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m^3 di cemento. Posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.
2. **Conglomerato cementizio, gettato in opera**. Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con R_{ck} ≥ 30 MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.
3. **Muratura di pietrame**. Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti. Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

ART. 60 - CADITOIE STRADALI

1. **Generalità.** Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate. Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura. La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura. Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata). Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della UNI EN 124 – Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità – che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

– Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
– Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
– Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
– Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
– Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
– Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

2. **Pozzetti per la raccolta delle acque stradali.** I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 124. Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm. I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori. I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg 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 devono 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 porta secchiello 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.
3. **Materiali.** Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:
   1) ghisa a grafite lamellare
   2) ghisa a grafite sferoidale
   3) getti in acciaio
   4) acciaio laminato
   5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
   6) calcestruzzo armato.

   L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore. La citata norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:
   1) ghisa a grafite lamellare
   2) ghisa a grafite sferoidale
   3) getti in acciaio.

   Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori. I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della UNI EN 124. Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme DIN 4281, pari ad almeno 45 N/mm^2, nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm^2 nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm^2. Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o

sferoidale. Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

4. **Marcatura.** Secondo il punto 9 della UNI EN 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:
   – la norma UNI
   – la classe o le classi corrispondenti
   – il nome e/o la sigla del produttore
   – marchio dell'eventuale ente di certificazione
   – eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della UNI EN 124
   – eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della UNI EN 124.
5. **Caratteristiche costruttive**. I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso. I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione. Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della UNI EN 124

   Aperture di aerazione.

   Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

   Dimensione di passaggio

   La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

   Profondità di incastro

   I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

   Sedi

   La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

   Protezione spigoli

   Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della UNI EN 124. La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

   Fessure

   Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della UNI EN 124, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

   Cestelli e secchi scorificatori

   Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, 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. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti. Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

   Stato della superficie

   La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%. Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdrucciolevoli e libere da acque superficiali.

   Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

   Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

   Dispositivi di chiusura e di coronamento

   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 cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua. 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 500 kg di cemento tipo 425 per m^3 di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. 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 kg 400 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 è il 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, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta. Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

ART. 61 - POSA IN OPERA DI CONDOTTI

I condotti e i manufatti si costruiranno mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto, ove sia espressamente ordinato dalla Direzione dei Lavori. Allora per lo scolo delle acque di sottosuolo si collocherà sotto il piano della fondazione un canaletto o un tubo di drenaggio o più d'uno, occorrendo, e una platea di conci in calcestruzzo così da ottenere con l'esercizio delle pompe (naturalmente ove si abbia uno scarico opportuno) l'abbassamento della falda acquifera sotto il piano di fondazione.
Sopra i tubi di drenaggio si stenderà uno strato di ghiaia; sopra i conci si collocheranno le lastre di copertura dei relativi canaletti e su queste uno strato di ghiaia; dopo di che si incomincerà la gettata di fondazioni del condotto e del manufatto.
Sul piano superiore della gettata di fondazione si collocheranno in giusto allineamento e livelletta i pezzi speciali di fondo e, dopo verificata l'esattezza della loro posa in opera, si rincalzeranno con fina malta di cemento colandone poi altra di puro cemento nei giunti fra due pezzi successivi.
In seguito si inizierà il getto dalla parte inferiore dei piedritti lasciando in essi, con apposita dima la rientranza per il rivestimento dei mattoncini, ove questo debba aver luogo; eseguito anche il rivestimento e completamento con relativa stilatura, si appresteranno le dime superiori e si eseguirà la gettata dei rimanenti piedritti lasciando le incassature per i pezzi speciali di immissione degli scarichi laterali.
Dopo sufficiente presa del calcestruzzo si toglieranno le dime dei piedritti per fare posto a quelle delle volte, ma prima di collocare queste ultime speciali di immissione riempiendo il vano rimasto nell'incastratura con malta di cemento.
Compiute queste operazioni si procederà all'armatura della volta, alla sua formazione in getto di calcestruzzo od in mattoni secondo le prescrizioni, e sopra la volta si stenderà la cappa lisciandola a ferro con spolveratura di cemento puro.
Quando il calcestruzzo di volta abbia fatto sufficiente presa, si toglieranno le armature e si procederà all'intonacatura interna del condotto.
La posa dei pezzi speciali d'immissione nei piedritti del condotto dovrà farsi durante la costruzione dei medesimi. Se mentre si costruisce il condotto avvenisse qualche infiltrazione d'acqua dalle pareti dello scavo o dai muretti di sostegno della terra, si dovrà provvedere a condurre tale acqua al drenaggio centrale; se poi qualche filo d'acqua penetrasse nella fognatura finita attraverso le pareti si otturerà il foro o la screpolatura con cemento ordinario o con cemento a rapida presa, previamente attenuando la forma con stoppa catramata o spalmata di sego. E' lecito usare casseforme pneumatiche interne e si potrà prescindere, a giudizio della D.L. dall'impiego delle casseforme esterne qualora la natura del terreno lo consenta.

ART. 62 - CAMERETTE D'ISPEZIONE

1. **Ubicazione.** Le camerette di ispezione devono essere localizzati come previsto dal progetto esecutivo ed in generale in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza: in particolare devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20÷50 m.
2. **Caratteristiche costruttive.** I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni

d'acqua dalle pareti dei pozzetti. I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 0,6 m**.**

3. **Dispositivi di chiusura e di coronamento.** I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124. Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario. La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito. I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).
4. **Gradini d'accesso.** Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al camino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30÷32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm. Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme DIN 19555 ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo. Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto, DIN 1211 B; tipo medio, DIN 1211 A; tipo lungo, DIN 1212. In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N. Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

ART. 63 - POZZETTI PREFABBRICATI

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc. Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità. 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 devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione. Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma DIN 4034.

ART. 64 - POZZETTI REALIZZATI IN OPERA

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato. Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo. Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m3 di impasto per il fondo e a 300 kg per m3 per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m3. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi. La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati. I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori. L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Φ 8 mm/m e 3 Φ 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

ART. 65 - COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

ART. 66 - POZZETTI DI SALTO

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2÷4 m; per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione. Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macro turbolenza conseguendo dissipazione di energia. Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

ART. 67 - POSA IN OPERA DEI CHIUSINI PER CAMERETTE

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata, verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m3 di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.
Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessaria 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 400 kg di cemento tipo 425 per m3 di 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 telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci. Il telaio sarà quindi fissato alla soletta mediante 4 bulloni ad espansione in acciaio.
Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita saranno asportati.
Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.
I chiusini 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 dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

4. OPERE SPECIALI NEL TERRENO E DI DIFESA

4.1 – PALI, MICROPALI, BERLINESI

ART. 68 - PERFORAZIONI

Le tecniche di perforazione dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e alle caratteristiche idrogeologiche locali.
La scelta delle attrezzature di perforazione dovrà essere effettuata mediante l'esecuzione di perforazioni campione realizzate in opera prima dell'esecuzione della rimanente lavorazione che saranno pagate con i relativi articoli di Elenco Prezzi Unitari e Elenco Descrittivo delle Voci. La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione.
Il foro dovrà essere rivestito nel caso in cui il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature.
Il foro in roccia si rivestirà nei casi in cui l'alterazione e le fessurazioni della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature.
Si provvederà al rivestimento del foro in roccia anche qualora la natura del materiale sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi, lungo il perimetro del foro, suscettibili di danneggiare potenzialmente le guaine di protezione dei tiranti.
La scelta del fluido impiegato per l'estrazione del materiale dal foro di perforazione sarà operata in base alla natura del materiale da perforare.
L'impiego di acqua, o aria, o miscela in proporzioni variabili di acqua e aria, oppure in fango di cemento o bentonite sarà determinato in sede esecutiva, previa realizzazione di fori campione, dalla Direzione Lavori. Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:
- bentonite/acqua 0,05÷0,08;
- cemento/acqua 0,18÷0,23.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa o di rocce marnose tenere, si provvederà alla fase finale del lavaggio con sola aria.
In ogni caso la perforazione sotto falda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore e il conseguente dilavamento del terreno.
Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.
L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.
La perforazione dovrà essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno all'interno del foro.
Le perforazioni eseguite verticalmente potranno essere eseguite senza l'ausilio del rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o fango di cemento o bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili la pareti del foro.
Le perforazioni inclinate necessitano comunque dell'adozione continuata di rivestimento provvisorio.

ART. 69 - PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI)

1. **Norme**: La normativa a cui attenersi strettamente é quella contenuta nel D.M. 14 gennaio 2008 (punto 6) ed alle raccomandazioni A.I.C.A.P. relative agli ancoraggi nei terreni e nelle rocce del maggio 1993 e ss. mm..
2. **Prove tecnologiche preliminari**: Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova.
   I pali prova, a cura e spese dell'Impresa, saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. I

pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti le palificate di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.
In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come da D.M. 14.01.2008, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per poter determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; a prove di controllo non distruttive ed ad ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.
Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese alle prove tecnologiche sopradescritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

3. **Preparazione del piano di posa**: L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.
   Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.
4. **Definizione, classificazione e campi di applicazione**: Si definiscono micropali i pali trivellati e di fondazione aventi diametro non maggiore a 250 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura in acciaio. Il fusto potrà essere eseguito mediante il riempimento a gravità per micropali in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 2.000 Kg/cm^2. Per terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 2.000 Kg/cm^2 si provvederà al riempimento a bassa pressione. Per terreni fortemente eterogenei, poco addensati e comunque per ottenere capacità portanti elevate, si provvederà all'iniezione ripetuta ad alta pressione.
5. **Soggezioni geotecniche e idrogeologiche**: Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.
   La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.
   Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.
   La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.
6. **Perforazione**: La perforazione eseguita a rotazione a ricircolo d'acqua con rivestimento provvisorio del foro in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.
   A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto.
   L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.
7. **Armature micropali**: Per l'armatura di micropali si adotteranno tubi in acciaio S325J0 (ex Fe 360) – S275J0 (ex Fe 430) – S355J0 (ex Fe 510) senza saldature longitudinali. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettatii. Le armature dotate di valvole

dovranno essere scovolate internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano. Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma aderenti al tubo e mantenuti in posizione da anelli in acciaio saldati al tubo in corrispondenza del bordo dei manicotti. La valvola inferiore sarà posta immediatamente sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

8. **Formazione del fusto del micropalo**: La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo l'ultimazione della perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione sino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del foro subito prima che abbiano iniziato le operazioni di posa della armature e il getto o l'iniezione di malta cementizia. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

   Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

   Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

9. **Riempimento a gravità**: Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di una tramoggia di carico. Il riempimento sarà proseguito, con contemporanea estrazione del rivestimento provvisorio, fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione; si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre la tubazione di convogliamento allorquando il suolo sarà intasato e stagnato. Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione verranno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento. Nel caso in cui l'armatura sia tubolare, essa potrà essere usata come tubo di convogliamento qualora il diametro interno non superi i 50 mm.; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

10. **Riempimento a bassa pressione**: Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come prescritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà boiacca in pressione (5÷6 bar) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dell'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione negli ultimi 5÷6 metri di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

11. **Iniezione bulbo ad altra pressione**: La lavorazione avverrà mediante due fasi distinte:
    1) Riempimento a gravità dell'incavo esistente tra l'armatura metallica e il foro di perforazione realizzato con le modalità precedentemente prescritte.
    2) Iniezione ad alta pressione, di miscela cementizia, effettuata all'interno della cavità dell'armatura previa opposizione, sulla testa del micropalo, di manicotto filettato per il collegamento con l'iniettrice centrifuga ad alta pressione.

       L'iniezione verrà realizzata a presa avvenuta, dopo circa dodici ore, dalla malta cementizia di cui alla fase 1). Per le modalità di iniezione si veda il paragrafo successivo “iniezione ripetuta ad alta pressione”.

12. **Iniezione ripetuta ad alta pressione**: Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:
    1) Riempimento della cavità anulare, compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuto alimentando, con apposito condotto e otturatore semplice, la valvola più bassa finché la malta risalirà fino alla bocca del foro.
    2) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.
    3) Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti tre volte il volume del perforo senza superare, durante l'iniezione, la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage).
    4) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.

5) Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alla valvole per le quali:
   - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
   - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino i 7 bar.

   Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

13. **Tolleranze geometriche**: Le tolleranze ammesse sono le seguenti:
    - la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
    - la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
    - la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
    - il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

    Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

14. **Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali:**
    Rapporto acqua/cemento: < 0,5;
    Resistenza cubica: R_{ck} > 300 kg/cm2;
    L'inerte dovrà essere costituito:
    - da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
    - da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti vaglio da 0,075 mm, per la parte dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

    Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:
    - per le malte, kg 600 di cemento per metro cubo di impasto;
      - 600 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua;
      - in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV;
    - per le paste, kg 900 di cemento per metro cubo di impasto.

    In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42,5 o 42,5R del tipo consono all'aggressività ambientale rilevata. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non aeranti. In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non inquinante.
    L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.
    Per quanto non espressamente previsto si rimanda alle norme A.I.C.A.P. sopra menzionate.

15. **Controlli e misure**: La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di lavoro, verrà misurata in doppio modo:
    a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
    b) in base alla lunghezza dell'armatura.

    La differenza tra le due misure dovrà risultare < 0,10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.
    Il peso delle armature verrà determinato:
    - nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
    - nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

    In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro > 30 mm.
    Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e 2,65 g/cm^3 quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno 1 prelievo (2 cubetti) ogni 5 pali o frazione, ed almeno 3 prelievi (6 cubetti) per ogni giorno di getto. Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

Misure del peso specifico della miscela

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore. Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro. Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio. Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta. In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

16. **Documentazione dei lavori**: L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:
    - identificazione del micropalo;
    - data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
    - profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
    - profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
    - assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
    - risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione;
    - identificazione della litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

    Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.
17. **Tracciamento**: Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla D.L. dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

ART. 70 - PALI TRIVELLATI

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

   Nel caso si vengono a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

   L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

   Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).
2. **Tolleranze geometriche**: La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della D.L.. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

   Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi, sono le seguenti:
   - per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "- 0,01 D" e "+ 0,1 D";
   - per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "- 0,01 D" e "+ 0,1 D";

- lunghezza: pali aventi diametro D < 600 mm ± 15 cm;
  pali aventi diametro D ≥ 600 mm ± 25 cm;
- quota testa palo: ± 5 cm;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

3. **Tracciamento**: Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo. Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.
4. **Pali trivellati con fanghi bentonitici**: La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire. Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate nel successivo punto 16. Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione. Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1,0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro. La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto. Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.
5. **Formazione del fusto del palo**: Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura. In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento. In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto. Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20÷25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.
   L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4÷0,6 m^3. Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30÷60 cm dal fondo del foro. Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.
   Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia. Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica. All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3,0÷4,0 m di palo. Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m. Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5÷1,0 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura). Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le

caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

6. **Pali trivellati con rivestimento provvisorio**: La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire. La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento. In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro. La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina. L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza. In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.
7. **Formazione del fusto del palo**: Valgono le indicazione riportate nel precedente punto 5.
8. **Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto**: Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere. La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare. L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto. La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione. Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:
   - eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
   - ridurre la lunghezza di perforazione.
9. **Formazione del fusto del palo**: Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione. Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore. La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore. Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata. Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione. L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.
10. **Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto**: Valgono le prescrizioni di cui al precedente punto 6.
11. **Formazione del fusto del palo**: L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura. All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo. La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al successivo 13. Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel precedente punto 5.

12. **Materiali**: Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle precedenti riguardanti "i calcestruzzi, casseri ed acciaio in c.a.", e che si intendono integralmente applicabili.
13. **Armature metalliche**: Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali. Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica. I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza. L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro. Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%. I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4 m. Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri. La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso. Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro. Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista. L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto. A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura. Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2,5÷3 m.
    Per i pali trivellati, al fine di eseguire prove geofisiche, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro d ≥ 700 mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.
14. **Rivestimenti metallici**: Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto. Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini. Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto. I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto. Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento. Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre. La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura. I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati. Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori. Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta. Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile. Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0÷2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale. L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta,

imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi). In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m. ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

15. **Conglomerato cementizio**: Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi, casseri ed acciaio in c.a." del presente Capitolato. Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria. La dimensione massima degli inerti deve essere tale che Dmax/2,5 ≥ i min dove i min è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm. Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno. Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{ck} \geq 25$. Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0,5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta. La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm. Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante. E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della D.L.. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti. Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m^3/ora per pali di diametro d < 800 mm e di 20 m^3/ora per pali di diametro d ≥ 800 mm. L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.
16. **Fanghi bentonitici**: I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:
    - acqua (chiara di cantiere);
    - bentonite in polvere;
    - eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.).

ART. 71 – ESECUZIONE TAPPO DI FONDO

La prevista tecnica delle iniezioni avrà funzione provvisionale, per consentire l'esecuzione degli scavi sotto falda.
Trattandosi di terreni sciolti le iniezioni saranno eseguite attraverso tubi valvolati installati nel terreno dopo la perforazione; le valvole saranno costituite da manicotti in gomma (1÷3 per metro), posizionati sopra sezioni del tubo opportunamente punzonate, che dilatandosi sotto pressione, consentiranno l'uscita della miscela, impedendone il ritorno L'iniezione sarà effettuata isolando le singole sezioni con un doppio otturatore ad espansione; in ogni foro sarà posizionato un tubo di iniezione, attraverso il doppio otturatore, collegato ad una singola pompa di iniezione, verrà iniettata la miscela, valvola per valvola.
La fasi esecutive saranno le seguenti:

1. **Predisposizione di un campo prova** al fine di mettere a punto ogni dettaglio tecnologico ed operativo finalizzato al raggiungimento dell'obiettivo progettuale.
2. **Esecuzione di perforazione guidate** (diametro 100÷120 mm.) a guida magnetica, (per la successiva posa delle canne valvolate di iniezione), eseguite a rotopercussione o rotazione con tolleranza direzionale inferiori a 30 cm rispetto all'asse teorico di perforazione, compreso l'uso di eventuale rivestimento provvisorio, compreso la posa in opera di campi magnetici di riferimento e misura, compreso l'onere per l'esecuzione delle misure nello spazio dei fori e la loro restituzione grafica; compreso l'onere per la formazione dei piani di lavoro per le attrezzature di perforazione, l'impianto e spianto delle attrezzature, il trasferimento e lo spostamento delle attrezzature e del

personale sul cantiere. Inoltre sono compresi gli oneri di energia elettrica necessari alla lavorazione e ogni altro onere per dare completa la lavorazione a regola d'arte.

3. **Fornitura e posa in opera**, nei fori, **di tubi in acciaio** (diametro 48,3 mm, spessore 3 mm) con giunzione a manicotto filettato, munito di speciali valvole di non ritorno lungo l'asse del tubo costituite da due coppie di fori di opportuna sezione, diametralmente opposte e ruotate fra loro di 90°, sfalsate di circa 50 cm lungo l'asse del tubo, ricoperte di manicotto di gomma di opportuna lunghezza, con successiva iniezione della miscela cementizia per la formazione della guaina fino a 2 volte il volume teorico del foro.
4. **Iniezione di miscele cementizie ternarie** (acqua, cemento, bentonite + eventuali additivi) eseguite attraverso gli speciali condotti d'iniezione, equipaggiati con valvole di non ritorno, mediante iniettori oleodinamici a regolazione di portata e pressione variabile, effettuata anche in più fasi e con più passate, compresi e compensati gli oneri per la preparazione della miscela da iniettare e la fornitura di tutti i prodotti e componenti.

ART. 72 - PROVE DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate nel numero e con le modalità di cui al punto 6.4.3.7 del D.M. 14 gennaio 2008 ed con riferimento alle Raccomandazioni sui pali di fondazione (A.G.I. – 1984).
Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova sarà pari a 2,5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2,5.
Il D.L. dovrà in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi.
Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo ed il plinto abbiano raggiunta la stagionatura prescritta.
Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zavorrato, oppure putrelle, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile. Se invece la prova verrà realizzata utilizzando pali di reazione, dovranno essere costruiti fuori opera pali a perdere, e si fa divieto assoluto di utilizzare, per detta prova, i pali costituenti la fondazione dell'opera. Inoltre i pali di reazione dovranno essere realizzati a distanza tale da non influenzare la fondazione dell'opera.
Il carico di contrasto supererà del 20% il carico di prova, affinché questo possa essere raggiunto, comunque, anche se l'incastellatura risultasse non centrata perfettamente rispetto al palo. Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, ad evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal carico di contrasto e quelle provocate dal palo di prova.
Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire il mantenere invariata la pressione del fluido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere.
Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio Ufficiale, con relative curve di taratura.
I flessimetri saranno sistemati a 120°, a conveniente distanza dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali cedimenti. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri.
La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali.
Nel caso che venga realizzata la prova con cassone di zavorra, l'equilibrio di questo dovrà essere mantenuto stabile anche in prossimità del raggiungimento del carico massimo applicato.
Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture del flessimetri e il diagramma carichi-cedimenti.

ART. 73 - NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

La lunghezza dei pali in legno e dei pali prefabbricati, ai fini della valutazione, comprende anche la parte appuntita; per la misura del diametro si assume quello delle sezioni a metà lunghezza.
Quando stabilita la lunghezza del palo da adottare, questi avesse raggiunto la capacità portante prima che di testa si aggiunta alla quota stabilita, il palo verrà reciso, a cura e a spese dell'impresa, ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originaria.
Nel prezzo sono comprese, oltre la fornitura del palo, anche la fornitura e applicazione della puntazza in ferro e della ghiera in testa, la posa in opera a mezzo di idonei battipali, tutta l'attrezzatura, la mano d'opera occorrente e le prove di carico da eseguire con le modalità e gli oneri anzidetti.
Per pali in c.a. costruiti fuori opera, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e messa in opera, si precisa che il prezzo comprende, oltre la fornitura, l'armatura metallica, la puntazza metallica robustamente ancorata al cls., le cerchiature di ferro, i prismi in legno a difesa della testata e le prove di carico.
La lunghezza di tutti i pali costruiti in opera, compresi pali trivellati, sarà quella determinata dalla quota di posa del plinto alla quota di massima infissione del tuboforma. Resta pertanto confermato che nei relativi prezzi di offerta, si intendono compresi e compensati: l'infissione del tuboforma, la fornitura della calcestruzzo, il suo getto e costipamento con mezzi idonei, la formazione di eventuali bulbi di base ed espansioni laterali, il ritiro graduale del tuboforma, gli esaurimenti d'acqua, l'eventuale foratura a vuoto del terreno, la posa in opera, ove occorra, di un idonea controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua, le prove di carico ordinate dalla D.L.. Resta invece esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, che verrà compensata con il relativo prezzo di offerta.
Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonitici, fermo restando che tutti gli oneri precedentemente indicati (escludendo quello del tubo forma che non viene impiegato) sono compresi nei relativi prezzi di offerta, resta stabilito che la loro lunghezza è determinata dalla quota di posa del plinto sino alla massima profondità accertata, in contraddittorio e con la stesura di un verbale di misurazione, al termine della fase di perforazione.
I pali di fondazione, sia infissi che costruiti in opera, potranno dalla D.L. essere ordinati con inclinazione fino a 20° rispetto alla verticale, senza dar luogo a maggiorazione di prezzo alcuna. Per inclinazioni superiori a 20° rispetto alla verticale, i pali verranno pagati con i relativi prezzi di offerta.
Nei prezzi di tutti i pali trivellati è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

4.2 – OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIO DEI BINARI

ART. 74 – SOSTEGNO PROVVISORIO DEI BINARI FERROVIARI

Il sostegno provvisorio dei binari ferroviari dovrà essere realizzata con il “SISTEMA ESSEN” o analogo equivalente, idoneo a consentire una velocità di transito dei treni fino a 80 Km/h, durante le operazioni di infissione e traslazione con spinta oleodinamica di manufatti prefabbricati in cemento armato sotto la sede ferroviaria.
La costruzione del “Sistema Essen” dovrà essere conforme ai disegni ed alle specifiche tecniche previste per l'impiego della tecnologia “Essen”, così come approvato - per la velocità di transito suddetta - da parte dell’ex Area Ingegneria e Costruzioni, Divisione Specialistica Civile ed Armamento delle F.S. S.p.A. con nota ISC 234005893 del 14/06/95.
Per tutto il resto si faccia riferimento ai requisiti già esposti nel precedente art. 47 “Traslazione dei manufatti sotto la sede ferroviaria”.

4.3 – OPERE DI RINFORZO E PROTEZIONE DELLE SCARPATE E PARETI ROCCIOSE

ART. 75 - PROTEZIONE DELLE SCARPATE

1. **Scarpate in roccia**: Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentano in roccia friabile con piani di deposito e quindi di sfaldamento, fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica, debitamente ancorata.
   La rete metallica sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia alla sommità mediante ancoraggi ogni 2 ml costituiti da barre in acciaio B450C (ex Feb44k) del diametro di 16 mm minimo infissi nella roccia inghisati con boiacca di cemento tipo 325 in fori eseguiti a rotopercussione del diametro adeguato al tipo di barra (Ø 24 per il diametro 16 mm ecc.); gli ancoraggi saranno muniti di gancio o di apposito golfare passacavo in cui verrà fatta passare una fune in trefoli d'acciaio del diametro di 12 mm a cui verrà fissata la rete stesa sulla scapata con filo metallico zincato diametro 3 mm ogni 20 cm. La rete verrà fissata anche al piede con la stessa metodologia di cui sopra e, a richiesta della D.L., anche a intervalli non superiori ai 5 ml per grandi altezze di parete ma con funi metalliche trasversali dal diametro di 8 mm. L'Impresa avrà la massima cura di allestire i fori e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente compatti, evitando nel modo più assoluto di allestirli in corrispondenza delle fessure e dove la roccia si presenti deteriorata o facilmente friabile.
   Prima della stesa della rete dovrà essere eseguito, compreso nel prezzo dell'opera, il taglio delle piante e ceppaie interessante dai lavori nonché la pulizia della parete rocciosa e l'allontanamento dei materiali di risulta portandoli a discarica. La rete dovrà essere posizionata il più possibile l'aderenza alla roccia evitando la formazione di sacche nella posa della stessa. La rete metallica dal tipo indicato nell'Elenco, dovrà essere zincata conforme a quanto previsto dalle Linee emesse dal Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale dd. settembre 2013 "Linee Giuda per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione".
2. **Scarpate in terra**: Analogamente a quanto previsto nel paragrafo 1, può essere richiesta dalla D.L. la posa di simile rete su scarpate in terra; si seguirà quanto specificato sopra con la sola differenza che gli ancoraggi eseguiti ogni 2 ml della fune trasversale siano realizzati mediante l'infissione di picchetti in acciaio B450C (ex Feb44k) del diametro di mm 16 della lunghezza minima di ml 1,00 in terra e massimo di ml 2,00 con la testa piegata ad "L" per almeno 15 cm in modo da fissare la fune trasversale e la rete stessa.
3. **Reti rinforzate**: A richiesta della D.L. su pareti rocciose particolarmente degradate può essere prevista la posa della rete di cui sopra ma anziché fissata con funi trasversali se né predisporrà la "rinforzatura" con funi metalliche in trefoli d'acciaio del diametro mm 12 sul perimetro e intrecciata sul muro da formare una maglia regolare e ancorate alla roccia ogni 2 ml in orizzontale e 4 ml in verticale. Gli ancoraggi andranno eseguiti con barre B450C (ex Feb44k) del diametro 20 mm della lunghezza ml 1,50 sul perimetro e della lunghezza ml 1,00 all'interno e comunque secondo quanto specificato dalla relativa voce di Elenco.

ART. 76 - CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE

Per il consolidamento dei terreni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 14.01.2008 (punto 6).
Tali consolidamenti, qualora ordinati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere attuati sia all'aperto sia in sotterraneo in zone che, per la loro particolare morfologia, natura e stato idrogeologico, richiedono iniezioni di determinate sostanze coesive allo scopo di conferire, alle masse interessate da lavorazioni di particolari opere, il necessario grado di stabilità.
In linea generale tali consolidamenti potranno essere effettuati mediante iniezioni di miscele acqua-cemento oppure acqua-cemento-bentonite; ovvero mediante iniezioni di sostanze chimiche, che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori, dopo accurate prove di laboratorio, tenuto conto della granulometria, permeabilità natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.
I componenti della miscela chimica da iniettare, la loro reciproca proporzione, nonché il sistema da attuare e le modalità da seguire per l'esecuzione delle iniezioni di consolidamento, saranno stabiliti caso per caso tenuto conto di tutti i fattori che possono influire sulla scelta delle attrezzature da impiegare e sul numero delle iniezioni da praticare.

ART. 77 - SPECIFICHE RETI ED ANCORAGGI

1. Materiali e normative di riferimento degli elementi costituenti il sistema

Tutte le configurazioni e specifiche sotto riportate sono comunque subordinate alle specifiche del produttore del sistema

Filo elementare costituente il trefolo. Filo di orditura della maglia strutturale in acciaio carbonioso (DIN 17223) avente carico di rottura di 20 kN, di diametro non inferiore a 4 mm e classe di resistenza 1.770 N/mm² (DIN 2078), galvanizzato in lega eutettica Zn-Al in rapporto 950:50, DIN 50018, DIN 50021, DIN EN 10244, in ragione di minimo 150 g/m²

Trefolo elementare costituente la rete. Tre fili elementare di cui al punto 2.1 sono avvolti a formare trefolo elementare avente carico di rottura di 60 kN e diametro di 8.6 mm.

Piastra di ripartizione. In Ac 37, zincata a caldo in ragione di 85 µm (UNI EN ISO 1461), di spessore minimo di 10 mm, a forma di rombo di dimensioni L=330 mm, B=190 mm, dotata alle estremità di due zanche di fissaggio, di un foro centrale per il posizionamento della barra rigida e di apposite nervature longitudinali che permettono lo scorrimento di eventuali funi di armatura e comunque atte ad un suo opportuno irrigidimento, da impiegare in qualsiasi tipo di terreno.

Grilli di giunzione. Grilli di collegamento di teli contigui, del tipo 3/8" in acciaio zincato, disposti in numero da garantire le medesime resistenze a trazione della rete anche in corrispondenza di giunzioni orizzontali e verticali.

Bobine di fornitura. Fornita in bobine standard di 3,50 m di larghezza e 20 m di lunghezza. Sono ammessi altri formati purché non sussistano porzioni installate di superfici inferiori a 15 m².

Sistema di ancoraggio a versante. La rete deve essere ancorata opportunamente al terreno di imposta. La scelta della tipologia di ancoraggi da utilizzare (diametro e lunghezza) e l'interasse degli ancoraggi in direzione orizzontale e verticale dipendono principalmente da:

- Parametri geometrici della parete da consolidare (pendenza, volume stimato del materiale in frana);
- Parametri geotecnici del materiale in frana (peso specifico, angolo di attrito, coesione).

Questi parametri dovranno essere i dati di input per il dimensionamento dell'intervento e parte integrante del progetto geotecnico e strutturale per la scelta di rete e ancoraggi.

Miscele delle iniezioni del sistema di ancoraggio a versante. Saranno impiegate miscele a base di cemento aventi la seguente composizione:

- cemento da altoforno o pozzolanico kg 100;
- acqua Kg 40÷45;
- filler calcareo o siliceo Kg 0÷30 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- bentonite Kg 0÷4 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- additivo super fluidificante Kg 5;
- eventuale additivo accelerante.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979 e ss.mm..

Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI 2332 (apertura 0,075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni:

- fluidità Marsh da 10 sec. a 35 sec.;
- essudazione 2%;
- resistenza a compressione a 28 giorni > 250 kg/cm².

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura dell'Impresa ogni qualvolta richiestogli dalla Direzione Lavori. Se in occasione di tali controlli anche solo una delle due prove non fornisse risultati conformi a quanto richiesto, le iniezioni saranno sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con idonee caratteristiche.

La fornitura delle apparecchiature per le prove sulle miscele, l'esecuzione delle stesse, l'onere per la sostituzione di miscele eventualmente risultanti non conformi ai controlli saranno a totale carico dell'Impresa appaltatrice.

2. Caratteristiche prestazionali / dimensionali della rete

Le caratteristiche dei prodotti dovranno essere conformi ai contenuti delle Linee emesse dal Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale dd. settembre 2013 "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione".

Le minime caratteristiche prestazionali e di resistenza del sistema dovranno essere le seguenti:

- spessore minimo 12,5 mm (± 1 mm);
- peso unitario non superiore a 1,5 kg/m^2;
- filo di orditura della maglia strutturale in acciaio di classe di resistenza 1.770 N/mm2 e di diametro non inferiore a 4,0 mm, avente carico di rottura di 20 kN, configurato a trefolo di diametro non inferiore a 8,6 mm e carico di rottura non inferiore a 60 kN;
- resistenza a trazione longitudinale non inferiore a 200 kN/m;
- carico minimo trasferibile in condizioni attritive all'ancoraggio superiore non inferiore a 60 kN;
- deformazioni longitudinali non superiori al 10,0%;
- apertura della maglia strutturale: diametro cerchio inscritto non superiore a 230 mm (± 1 mm).

3. Caratteristiche costruttive e di montaggio

La rete di un sistema attivo di consolidamento deve essere altamente elastica, deformabile al carico ortogonale rispetto la sua superficie, tale da garantire la massima aderenza al pendio. Gli ancoraggi non devono essere vincolati alle dimensioni degli appezzamenti di rete ma poter essere posizionati nei punti più concavi del luogo in oggetto in modo da assicurare la massima tensione delle maglie.

Preparazione. La superficie del pendio in lavorazione deve essere opportunamente disboscata e sommariamente bonificata da elementi lapidei instabili e ceppaie, al fine di evitare distacchi accidentali di materiali durante le operazioni di posa, e di permettere la migliore aderenza delle reti di cui alle fasi successive.

Distesa dei teli di rete. La rete viene posta in opera dall'alto verso il basso; dovranno essere operate scelte tali da garantire la totale copertura della superficie da rivestire / consolidare, con eventuali opportune sovrapposizioni in senso orizzontale e verticale.

Ancoraggio teli di rete. La sommità e l'estremità laterale del telo devono essere solidamente assicurati al terreno per il mezzo di ancoraggi in barra rigida, di tipologia, numero, spaziatura e profondità come da progetto, opportunamente messi in opera. Per i teli successivi al primo dovranno preventivamente essere eseguite le cuciture con il telo precedente.

Messa in tensione della rete. Ciascun rotolo di rete così fissato, viene teso verso il basso e lateralmente per mezzo di apparecchi di tiraggio (Tir-Fort).

Congiunzione dei teli. La congiunzione dei teli avviene sulla sovrapposizione di teli di rete attigui con anelli in ragione di due per maglia.

Ancoraggio della superficie della rete. I teli di rete, congiunti e messi in tensione sono solidamente fissati al terreno con ancoraggi in barra rigida, di lunghezza come da progetto, opportunamente messi in opera con la rete già stesa; pur mantenendo le quantità richieste (numero di ancoraggi al m^2) sono privilegiati fori nelle zone concave che favoriscono l'ulteriore messa in tensione della rete e il perfezionamento dell'aderenza.

4. Accertamenti, controlli, misurazioni, verifiche

Accertamento. Il Direttore Lavori, prima dell'inizio dei lavori, dopo aver preso visione dei certificati di qualità dell'Impresa e del fornitore della rete, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o prodotti proposti per l'impiego in base alle indicazioni dei relativi certificati di qualità, dei certificati di prestazione per il sistema proposto, in rapporto alle prescrizioni del presente Capitolato. Potrà inoltre disporre, ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche ulteriori prove di controllo restando le spese ad esclusivo carico dell'appaltatore.

Controlli. La rispondenza delle caratteristiche prestazionali della rete dovrà essere realizzato in contraddittorio con l'impresa in funzione di quanto disposto da questo Capitolato nel capitolo Caratteristiche Prestazionali. Per ogni lotto (per lotto minimo si intende una fornitura di 3000mq) saranno prelevati tre campioni a discrezione della D.L. per essere sottoposti a misurazione e prova. Qualora il risultato delle prove risulti entro le tolleranze, la prova sarà ritenuta valida; nel caso che anche uno solo dei tre campioni presenti valori fuori tolleranza, la prova sarà ripetuta su altri tre campioni prelevati sempre come sopra, qualora il risultato della 2° prova presenti valori fuori tolleranza anche per un solo campione l'intero lotto sarà scartato. Qualora i risultati delle prove confermino la rispondenza dei materiali a quanto previsto dai valori sotto riportati, il relativo lotto si riterrà collaudato. La D.L. potrà infine subordinare l'accettazione del lotto di fornitura alle risultanze di prove di collaudo, da eseguirsi in contraddittorio con il produttore, su tre campioni per ogni lotto, prelevati dai materiali stoccati per la spedizione e fatti testare, a spese dell'appaltatore, presso un laboratorio autorizzato. Qualora i risultati delle prove non confermassero le rispondenze prescritte, l'intero lotto sarà scartato.

Misurazioni. Il sistema di consolidamento sarà computato e compensato a metro quadrato di rete fornita. Salvo specifiche indicazioni contrarie, il sistema di ancoraggio a versante viene considerato escluso dalla fornitura e deve dunque essere compensato a parte con i rispettivi prezzi di elenco.
Verifiche. Durante le fasi di tracciamento, di installazione e alla fine dei lavori dovranno essere eseguite da personale specializzato del produttore in accordo e alla presenza della Direzione Lavori e dell'Appaltatore le verifiche in cantiere per l'accertamento del corretto montaggio in accordo alle specifiche di montaggio fornite dal produttore del sistema; L'organizzazione delle giornate di verifica e gli oneri per il completo rimborso delle spese della/e giornate di verifica del personale specializzato della ditta produttrice sono a completo carico dell'Appaltatore.
Qualora venga accertata la mancata rispondenza del sistema ai requisiti minimi prestazionali previsti al punto 2 e 3, non troverà applicazione il rimedio previsto dal comma 6 dell'articolo 167 del D.M. 207/2010.
Le procedure di qualificazione dei prodotti dovranno essere conformi ai contenuti delle Linee emesse dal Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale dd. settembre 2013 "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione".

5. Fune di orditure e di bordo

Realizzata con processo di trafilatura dei singoli trefoli attorno ad una anima centrale metallica, sarà costituita da tre elementi:
a) Filo: avente una resistenza a trazione pari a 1770 N/mmq, e sottoposte a processo di zincatura di tipo "B" (EN 10264-2);
b) Trefolo: insieme di fili disposti in senso elicoidale intorno ad un'anima.
c) Anima: corpo attorno al quale i trefoli subiscono il processo di trafilatura, con funzione di relativo supporto.
Sull'estremo esterno la fune formerà un'asola contenete redancia zincata serrata tramite manicotto in alluminio pressato in stabilimento atto a garantire una resistenza dell'asola non inferiore al 90% della resistenza nominale della fune.

6. Ancoraggi

Gli ancoraggi alla sottostante parete rocciosa verranno ottenuti a mezzo barre cave autoperforanti (sistema Ischebeck Titan o equivalente omologati per impieghi a carattere permanente) attraverso cui veicolare facilmente, miscele di iniezione tixotropiche a basso rapporto acqua-cemento (micropalo iniettato secondo UNI EN 14199).
L'elemento portante sarà costituito da una barra cava in acciaio da costruzione a grano fine ad elevata resilienza S 460 NH secondo Uni EN 10210 e D.M. 14.01.2008 ed avente le caratteristiche tecniche sotto riportate:

Tipo	**30/11**
Diametro nominale esterno (mm)	30
Diametro nominale interno (mm)	11
Carico di rottura (kN)	320
Carico di snervamento (kN)	260
Resistenza caratteristica (kN)	225
Sezione effettiva min. elemento portante in acciaio (mmq)	415
Tensione caratteristica di snervamento fyk (N/mmq)	400 ≤ fyk ≤ 600
Lunghezza (m)	3 ÷ 9
Zincatura a caldo (UNI EN ISO 1461) per tratto iniziale della barre per	100 cm
Inclinazione verticali dei tiranti (°)	20
Ancorante di iniezione	Copriferro standard

La barra cava sarà provvista lungo tutta la lunghezza di una filettatura continua da calcestruzzo armato secondo le prescrizioni delle relativa normativa e di geometria idonea a garantire la limitazione dell'ampiezza delle fessurazioni nel corpo d'iniezione in cemento a valori inferiori a 0,1 mm.
Nel rispetto del D.M. 14.01.2008, la durabilità delle barre (micropalo) deve essere garantita attraverso specifica omologazione tecnica per l'impiego permanente con definizione dei possibili campi di impiego tra i quali devono essere compresi i carichi di compressione, di trazione ed i carichi alterni. L'omologazione tecnica dovrà precisare inoltre le fasi di installazione delle barre (micropali).

Posa: la perforazione attraverso il terreno avviene a rotopercussione senza camicia, con martello esterno e punta di perforazione scelta in funzione del tipo di terreno con iniezione di sospensione acqua/cemento inserendo almeno ogni 3 metri un distanziatore in acciaio di diametro 70 mm secondo il procedimento ed i parametri di posa previsti dall'omologazione.

Essa avverrà attraverso due fasi:
Fase 1: perforazione diretta;

- la sospensione di cemento è iniettata attraverso l'elemento portante in acciaio ed esce attraverso i fori laterali della punta di perforazione;
- la sospensione di cemento lava e sostiene il foro impedendo che lo stesso di richiuda su se stesso;
- si ottiene una connessine di forma tra il cemento ed il terreno (cemento filtrato).

Fase 2: iniezione dinamica;

- la sospensione di sostegno della fase 1 viene sostituita dalla sospensione di cemento più densa (a/c = 0,4÷0,5);
- si forma un corpo d'iniezione con un elevata connessione a taglio con terreno;
- la pressione d'iniezione minima richiesta (5 bar) è sempre raggiunta.

Testa del palo: la costruzione della testa del palo è da realizzare secondo le prescrizioni dell'omologazione tecnica utilizzando una piastra di dimensioni 100/115 x 100/115 x 20 mm, e foro Ø 40/56 mm, posizionata con due dadi a sfera, uno inferiore ed uno superiore ed impiegando, per il collo del palo, un tubo di rivestimento in HD-PE di lunghezza minima pari a 370/460 mm e spessore minimo di 2,7 mm.

I riferimenti nomativi per questi elementi strutturali saranno i seguenti:
- UNI EN 1997-1: 2013 Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- D.M. 14.01.2008
- UNI EN 14199: 2005 Esecuzione di lavori geotecnici speciali: Micropali

Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere provvisti di certificato di provenienza, scheda tecnica e certificato di sistema.

Tutte le barre saranno sottoposte a processo di zincatura di tipo "B" (EN 10264-2) per il primo metro di lunghezza.

7. Documentazione da presentare da parte dell'impresa

La documentazione di accompagnamento per il controllo di accettazione in cantiere dei prodotti dovranno essere conformi ai contenuti delle Linee emesse dal Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale dd. settembre 2013 "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione".
Oltre a tutta la documentazione, certificata in originale o in copia conforme allo stesso tale da dimostrare la rispondenza alle specifiche sopra riportate, sarà onere dell'Impresa appaltatrice fornire e fare approvare alla D.L., prima dell'inizio dei lavori la seguente documentazione:

- specifiche tecniche, dimensionali, normative, di zincatura e di provenienza di tutti i materiali costituenti gli elementi della rete che dovranno essere conformi a quelle da consegnare alla fine dei lavori;
- per il sistema attivo di consolidamento che si propone, una relazione di calcolo elaborata, standard, la cui procedura è dimostrata essere stata impiegata e tarata presso altri progetti affini, onde permettere di individuare e soprattutto verificare la lunghezza e la quantità degli ancoraggi da mettere in opera nel rispetto delle verifiche di stabilità eseguite in accordo con l'Eurocodice 7;
- manuale di montaggio sistema;
- per tutti gli elementi del sistema dovranno essere fornita alla D.L.. per una preventiva accettazione: certificati di provenienza, schede tecniche, certificati di sistema;
- certificato attestante la conformità del produttore ai requisiti del sistema di qualità aziendale ISO 9001/2001;
- certificato attestante l'esito positivo delle previste prove di carico sul 5% degli ancoraggi.

5. OPERE FUNZIONALI ED ACCESSORI

5.1 PAVIMENTAZIONI: PREPARAZIONI DEL FONDO

ART. 78 - MASSICCIATA: SOTTOFONDAZIONE STRADALE MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA

1. **Massicciata**: La massicciata consta di due parti nettamente distinte e precisamente:
   1) del sottofondo;
   2) dell'inghiaiata.
   Il sottofondo sarà costituito da due guide longitudinali ai margini della carreggiata e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di 15 m eseguite accuratamente con pietre calcaree porfiriche o granitiche di appropriate forme e dimensioni formanti dei riquadri da riempirsi con scapoli calcarei, granitici o porfirici di adatte dimensioni, assestati a mano, bene accostati fra loro con i vani e gli interstizi riempiti mediante scaglie, pietrisco e ghiaietta ben battuti fino ad ottenere un insieme ben chiuso e piano alla superficie in modo che la ghiaia od il brecciame, che verrà in seguito disteso sopra allo stesso, non possa penetrare in detti interstizi o vani in modo che sopra il solo sottofondo possano comodamente circolare autoveicoli e carri.
   Il sottofondo avrà uno spessore costante di cm 25.
   Preparato quindi il sottofondo come si è detto più sopra si provvederà a spargere sopra lo stesso, secondo la buona regola d'arte, non tutto in una volta ma a più riprese, secondo le istruzioni che darà la Direzione dei lavori, un sufficiente quantitativo di pietrisco e pietrischetto in modo da costituire uno strato che, dopo compresso con rullo compressore o assestato per l'azione di carreggio, risulti di uno spessore di 10 cm.

   La massicciata sarà contenuta entro apposito incassamento, che avrà all'estremità laterale idonee profondità sotto il lembo interno delle banchine. Questa disposizione potrà venire adottata anche nel caso di terreni rocciosi.
   E' costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio UNI 0.4.
   L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro a fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso un indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.
   Lo spessore da assegnare alla fondazione definito dall'allegato relativo alle "Sezioni Tipo" potrà essere variato dalla D.L in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore superiore a cm. 20 e non inferiore a cm. 10.
   Il materiale posto in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:
   - l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, ne forma appiattita, allungata o lenticolare;
   - granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

CRIVELLI E SETACCI UNI	**MISCELA PASSANTE** % in totale di peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75÷100
Crivello 25	60÷87
Crivello 10	35÷67
Crivello 5	25÷55
Setaccio 2	15÷40
Setaccio 0,4	7÷22
Setaccio 0,075	2÷10

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%.

Il valore del modulo di compressibilità Me, misurato con il metodo di cui all'art. 27 "preparazione del terreno su cui debbano elevarsi i rilevati" ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà mai essere inferiore a 80 N/mm² e comunque per strade con traffico di "tipo A" (TGM relativo ai soli veicoli pesanti – peso superiore a 30 q.li - > 50) non dovrà mai essere inferiore a 100 N/mm².

2. **Cilindratura della massicciata**: verrà realizzata con rullo compressore a motore del peso di 16 t.
Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà una velocità oraria uniforme non superiore a Km 3.
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 cm 20 della zona precedente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno cm 20 di larghezza.
Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiore a cm 12 di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a cm 12, misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di cm 12 o frazioni, a partire da quello inferiore.
Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrature queste vengono distinte in tre categorie:
- 1° di tipo chiuso;
- 2° di tipo parzialmente aperto;
- 3° di tipo completamente aperto;

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata 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 delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o le tratte da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrature in genere debbo essere eseguite in modo che la massicciata, 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.
Tutte le operazioni per la realizzazione della massicciata devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da non danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque un eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.
La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 3 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.
La cilindratura del tipo chiuso dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che potesse 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 restino 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 massicciata 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 massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 80 passate.
Le cilindrature di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindratura a fondo; per le massicciate da proteggere con rivestimenti per i quali non si richieda o non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura o catramatura in superficie per favorire l'aderenza in quanto questa aderenza può egualmente ottenersi senza tale trattamento preliminare (come, per esempio, per i rivestimenti superficiali a base di polveri asfaltiche); ed infine, in generale, dove lo strato di pietrisco cilindrato serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazioni di pavimentazioni di altri tipi (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindrata.
La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza del 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 innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento 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 cm 12), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al di sopra della zona suddetta di cm 12, 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 massicciata (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 massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura: qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati potessero 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 opportuno mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.
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 massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 40 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 massicciata 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, all'uopo prescritte nell'articolo apposito; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento di penetrazione.

3. **Strato di base stradale**: Lo strato di base stradale può sostituire in alternativa la massicciata stradale.
In tal caso risulta costituito da materiale misto di cava con granulometria assortita proveniente da cave ritenute idonee dalla Direzione Lavori.

La composizione granulometrica sarà precisata nella voce dell'elenco prezzi e sarà tale da costituire uno strato di base chiuso.
Lo spessore dello strato sarà stabilito di volta in volta dalla D.L..
Il lavoro sarà eseguito come segue:

1) Dovrà essere preventivamente rullato il cassonetto in modo da ottenere la sagoma prescritta, la rullatura sarà eseguita con rullo statico da 14÷16 tonn. e 40 passaggi o con rullo vibrante del peso di 6÷8 tonn con 15 passaggi, ricaricando con materiale i punti che dovessero cedere; la rullatura sarà in ogni modo proseguita fino a completo assestamento.
2) Stesa del materiale misto di cava in strati non superiori ai 15 cm rullando ogni strato con 40 passaggi di rullo statico 14÷16 tonn o con 15 passaggi di rullo vibrante del peso di 6÷8 tonn; la rullatura sarà in ogni modo proseguita fino a completa chiusura degli strati.

Lo strato superficiale avrà una granulometria più piccola degli altri strati e potrà, a discrezione della Direzione Lavori, contenere una percentuale di materiale "grasso" allo scopo di rendere la strada maggiormente resistente all'usura, qualora dovesse essere aperta al transito senza copertura bituminosa.

ART. 79 – MASSETTO CEMENTIZIO ARMATO PER SOTTOFONDO PAVIMENTAZIONE

In corrispondenza dei marciapiedi, piste ciclabili e/o ciclo-pedonali si prevede l'esecuzione del piano di posa della pavimentazione bituminosa, attraverso la formazione di un massetto, avente uno spessore di cm. 12÷15, eseguito in conglomerato cementizio avente Rck ≥ 25 N/mm^2 ed armato con rete metallica elettrosaldata, al fine di distribuire meglio i carichi concentrati evitando cedimenti e alterazioni locali, preservare nel tempo l'integrità della pavimentazione sovrastante, riducendone il rischio di fratturazione.
Il massetto dovrà rispettare le caratteristiche indicate ai precedenti art. 34 e 35 del presente capitolato.
L'armatura integrativa dovrà rispettare le caratteristiche indicate al precedente art. 37 del presente capitolato.
Da un punto di vista esecutivo sarà necessario:

a) prevedere il corretto smaltimento delle acque meteoriche superficiali, assicurando una pendenza minima di 1,50 cm. per ogni metro lineare (> 1,5 %), con la predisposizione di adeguati punti di raccolta e smaltimento delle acque;
b) evitare il più possibile riprese successive di getto, nonché rispettare il periodo di stagionamento e assestamento dello stesso (28 giorni), prima di proseguire alla realizzazione della pavimentazione;
c) eseguire giunti di dilatazione, specialmente per pavimentazioni chiuse e di grandi dimensioni, per le quali se ne dovrà prevedere l'uso sia nel sottofondo sia nella superficie pavimentata.

A tale riguardo al fine di assicurare una maggiore corrispondenza fra il giunto inferiore (massetto) con quello superiore (pavimentazione) si potranno prevedere i seguenti accorgimenti:

- interruzione della trama della pavimentazione con fasce di ciottoli o cubetti posati a sabbia;
- inserimento, per pavimentazioni in cubetti, di sequenze di arcate con allettamento e sigillature in sola sabbia;
- inserimento di giunti in materiale elastico o resina colata.

La realizzazione del sottofondo deve necessariamente prevedere un adeguato spessore utile per la messa in opera della pietra naturale.

- pavimentazioni in cubetti necessitano di uno spessore minimo in opera di 10 cm per il tipo 4/6 e 2 cm. in più per ogni tipo superiore;
- pavimentazioni in ciottoli necessitano di uno spessore minimo in opera di 10 cm per il tipo 4/6 e 2 cm. in più per ogni tipo superiore;
- pavimentazioni in lastre necessitano dello spessore minimo in opera di 8÷10 cm;
- pavimentazioni in lastre di tipo sottile necessitano dello spessore minimo in opera di 5÷6 cm.

5.2 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO)

ART. 80 – STRATO DI BASE "CB - TIPO A mm 0÷31,5"

Generalità - Il conglomerato bituminoso CB - Tipo A è prodotto a caldo ed impiegato nelle pavimentazioni stradali, nelle piste aeroportuali e nelle aree soggette a traffico per la realizzazione dello strato portante. La miscela, dosata a peso o a volume, è costituita da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semi solido ed eventuale conglomerato riciclato nella percentuale massima del 30%.
Il conglomerato bituminoso deve essere conforme al Regolamento (UE) n. 305/2011 ed alla norma armonizzata UNI EN 13108 - 1. Il conglomerato bituminoso sprovvisto di regolare Marcatura CE non è idoneo e pertanto non potrà essere impiegato.
Lo strato della pavimentazione realizzato con il materiale di seguito specificato dovrà avere uno spessore minimo compresso di mm 100; il Progettista dovrà procedere al dimensionamento della pavimentazione sulla base delle caratteristiche di portanza del sottofondo, delle condizioni di traffico e di carico della struttura interessata e della durata prevista.
Requisiti dei materiali costituenti
Aggregati - Gli aggregati lapidei utilizzati devono essere conformi al Regolamento (UE) n. 305/2011 e provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norma europea UNI EN 13043. Sono costituiti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler; il filler può provenire sia dalla frazione fine degli aggregati che dall'apporto di materiale specifico.
L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce compatte, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.
Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.

Tabella A

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Los Angeles	UNI EN 1097-2 (CNR34/73)	%	(≤ 30)
Quantità di frantumato	UNI EN933-5	%	(≥ 70)
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 (CNR80/80)	%	(≤ 30)
Spogliamento	UNI EN 12697-11 (CNR138/92)	%	(≤ 5)
Coeff. di appiattimento	UNI EN 933-3 (CNR95/84)	%	(≤ 30)

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione con le caratteristiche riassunte nella Tabella B.

Tabella B

AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8 (CNR27/72)	%	(≥ 60)

È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D= 4 mm in considerazione delle pezzature prodotte e commercializzate sul mercato nazionale.
Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti oppure può provenire dalla frazione fina degli aggregati.
In ogni caso il filler per il Tipo A deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella C.

Tabella C

FILLER			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Passante al setaccio 0,125	UNI EN 933-1	%	85 / 100
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	%	70 / 100
Anello e palla (Rapporto Filler/Bitume = 1,5)	UNI EN 13179 (CNR 122/88)	Δ R&B	≥ 5

Legante - Il legante deve essere costituito da bitume semi solido per usi stradali della classe 50/70 oppure 70/100, a seconda della zona e del periodo di impiego. Il bitume dovrà essere conforme alle caratteristiche definite nella Tabella D.

Tabella D

BITUME			***50 / 70***	***70 / 100***
Parametro	***Normativa***	***unità di misura***	***Valori richiesti***	***Valori richiesti***
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 - 70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$ Brookfield S 21 20rpm	pr EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	***UNI EN 12607-1***			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

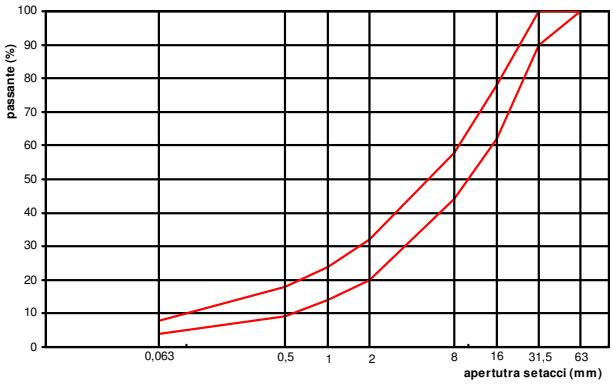
Ai fini dell'accettazione, il Produttore è tenuto a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.
La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.

Conglomerato riciclato - Per conglomerato riciclato si intende il conglomerato bituminoso proveniente da fresatura.
Nel conglomerato bituminoso CB Tipo A, il materiale riciclato, riferito al totale della miscela degli aggregati, non deve superare il 30%.
La percentuale deve essere sempre dichiarata nello studio preventivo della miscela.

Additivi, attivante d'adesione - Nel conglomerato bituminoso CB Tipo A, nel caso di impiego di aggregati litoidi di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze per assicurare la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato.
La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (Tabella A).
In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).
La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa mediante la prova di spogliamento.

Requisiti della miscela - La miscela ottimale degli aggregati lapidei e del contenuto di legante dovrà essere conforme ai limiti previsti nella Tabella E. Il contenuto percentuale di legante è riferito alla miscela (aggregati e legante).

Tabella E

GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI (UNI EN 12697-2 Serie base +2)	***Mm***	***Tipo A 0/31,5***
	63	100
	31,5	90÷100
	16	62÷78
	8	44÷58
	2	20÷32
	1	14÷24
	0,5	9÷18
	0,063	4÷8
CONTENUTO DI LEGANTE RIFERITO ALLA MISCELA (%)	UNI EN 12697-1 e 39	**3,8÷ 4,8**

Il Produttore dovrà effettuare lo studio preliminare della miscela (Mix Design) al fine di determinare la composizione granulometrica ed il contenuto di legante ottimale mediante applicazione del metodo Marshall. Le caratteristiche della miscela dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella Tabella F.

Tabella F

METODO MARSHALL			
Condizioni di prova	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Costipamento	UNI EN 12697-34	ad impatto (75 Colpi)	
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	> 800
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	250÷400
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	4÷7
Perdita di Stab. Marshall dopo 15 gg di imm. in H_2O		%	≤ 25

In aggiunta al metodo Marshall, il Produttore potrà utilizzare ulteriori metodi basati sulle caratteristiche volumetriche della miscela e sulle caratteristiche prestazionali (fondamentali) secondo le specifiche norme di riferimento. Per l'accettazione dei materiali ed i controlli periodici si farà riferimento esclusivamente al metodo Marshall.
Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli aggregati, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea nuova classificazione delle singole classi degli aggregati.
L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.
Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,5% in peso.
La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra °C 150 e °C 170 e quella del legante tra °C 150 e °C 160, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Preparazione delle superfici di stesa - Prima di procedere con la stesa dello strato di base è necessario provvedere alla realizzazione della fondazione stradale secondo quanto definito nel progetto, per quanto riguarda la portanza richiesta, l'idoneità dei materiali impiegati e le pendenze, trasversali e longitudinali.
Ai fini di migliorare la stabilità della fondazione stessa, il Progettista potrà prevedere l'applicazione di una mano di emulsione bituminosa per impregnazione della parte superficiale.

Posa in opera

Trasporto - Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
Si dovrà evitare lo spargimento sul cassone di gasolio in sostituzione di altre sostanze detergenti idonee a tale scopo.
Stesa - La posa in opera del conglomerato bituminoso CB Tipo A viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.
La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4÷5 m/minuto garantendo l'alimentazione continua del conglomerato.
Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi.
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura e comunque si procederà alla spalmatura di emulsione bituminosa cationica.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.
All'atto della stesa la temperatura del conglomerato bituminoso sarà controllata immediatamente dietro la finitrice e dovrà risultare mediamente intorno a °C 130.
Con temperature inferiori a °C 120 il materiale dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere.
La stesa dei conglomerati deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa solo quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.
Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.
Costipamento - La fase di compattazione dello strato deve iniziare immediatamente dopo la stesa e condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dell'addensamento previsto per questo conglomerato.
Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Controlli - Il controllo dei requisiti del conglomerato bituminoso e della posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti il conglomerato, sulla miscela prelevata prima della messa in opera ed a posa ultimata mediante carotaggio.
Per l'accertamento delle caratteristiche superficiali della pavimentazione saranno effettuate prove in situ.
La Direzione Lavori dovrà provvedere al prelievo dei campioni in contraddittorio con l'Impresa, informata con congruo anticipo, redigendo specifico verbale il cui riferimento dovrà essere riportato nel certificato emesso dal Laboratorio.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle tabelle sotto riportate nei singoli paragrafi e riepilogate nella Tabella H.
I prelievi dei materiali (aggregati lapidei, legante, conglomerato bituminoso sciolto) dovranno essere effettuati secondo le modalità e le quantità prescritte dalle specifiche norme vigenti. Ogni prelievo sarà costituito da tre campioni opportunamente identificati con i dati di rintracciabilità e così destinati: il primo dovrà essere sottoposto alle analisi di laboratorio mentre i rimanenti due saranno a disposizione, uno dell'Impresa ed il secondo della Direzione lavori, per eventuali ulteriori accertamenti in caso di dubbio o di contestazione.
Gli oneri relativi all'esecuzione delle analisi di laboratorio saranno così attribuiti:

- a carico dell'Impresa appaltatrice sono tutte le prove per la qualifica delle miscele e le eventuali ulteriori prove in caso di contestazione;
- a carico della Stazione appaltante sono tutte le prove di verifica dei requisiti alle presenti prescrizioni.

In caso di contestazione si assumerà come valore valido il risultato della media dei valori riscontrati sui campioni del medesimo prelievo.
La Stazione Appaltante rimane impegnata ad eseguire gli accertamenti e/o le prove previste ai fini dell'accettazione dei materiali costituenti e/o dei conglomerati forniti e/o posti in opera (esecuzione del prelievo, delle analisi di laboratorio e raccolta dei rapporti e/o certificati delle prove eseguite) entro 75 giorni dall'ultimazione della partita della fornitura e/o dei lavori cui le medesime prove sono riferite.

Ritardi superiori al termine indicato, non imputabili all'Appaltatore, non costituiranno motivo per la mancata emissione dei S.A.L., che saranno emessi tenendo conto delle eventuali detrazioni ipotizzate o concretizzate al momento.
Controlli preventivi sulle miscele - All'inizio dell'anno o, a discrezione del Direttore dei Lavori, prima della consegna di lavori di grossa entità, il Produttore dovrà trasmettere formalmente alla Direzione Lavori la certificazione dei materiali costituenti e dello studio preliminare della miscela (Mix Design) secondo le analisi elencate riportate nella Tabella H_1 e nel rispetto dei requisiti richiesti.

Tabella H_1

CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E- F

Il mancato rispetto dei requisiti non consentirà l'inizio dei lavori. Detti controlli dovranno essere ripetuti e formalmente trasmessi alla Stazione Appaltante ogni qual volta si verificheranno sostanziali modifiche all'impianto di produzione e/o dell'approvvigionamento dei materiali costituenti i tipi di conglomerato oggetto del contratto. Le suddette certificazioni saranno base di tutte le successive verifiche qualitative e prestazionali di laboratorio effettuate in corso d'opera. La Stazione Appaltante, tramite la propria Direzione Lavori potrà richiedere, a propria cura e spese ed in qualsiasi momento, verifiche all'impianto di produzione a riscontro delle certificazioni consegnate. Sarà cura della Direzione Lavori allegare al primo verbale di prelievo la copia di dette certificazioni.
Controlli in fase d'esecuzione sulle miscele - Le modalità di esecuzione delle analisi di laboratorio e di accertamento dei requisiti dovranno essere conformi alla normativa vigente.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riportate nella Tabella H_2:

Tabella H_2

CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume

La curva granulometrica e la quantità di bitume di effettivo impiego devono corrispondere allo studio preliminare della miscela (Mix Design) consegnato alla Direzione lavori, ciò al fine di ottenere caratteristiche del conglomerato come indicato nella Tabella F.
È ammesso uno scostamento (tolleranza) della composizione del conglomerato bituminoso, per la granulometria e per il contenuto di legante, rispetto alla composizione ottimale, Mix Design, entro il quale il materiale sarà accettato senza detrazioni. Qualora si rilevasse uno scostamento maggiore il materiale sarà accettato con detrazione entro il limite di accettazione. I valori degli scostamenti sono riportati nella seguente Tabella H_3:

Tabella H_3

TOLLERANZE E LIMITI DI ACCETTAZIONE (rispetto allo studio preliminare Mix Design)			
REQUISITO		***TOLLERANZA***	***LIMITE DI ACCETTAZIONE***
GRANULOMETRIA	*Setaccio (mm)*		
	63	*0*	*0*
	31,5	*- 5*	*- 10*
	16	*± 9*	*± 18*
	8	*± 9*	*± 18*
	2	*± 7*	*± 14*
	1	*± 5*	*± 10*
	0,5	*± 5*	*± 10*
	0,063	*± 3*	*± 4*
CONTENUTO DI LEGANTE (riferito alla miscela)		± 0,6	± 0,8

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque nei limiti di accettabilità, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. Valori ricadenti esternamente alle fasce sopra indicate comporteranno la non accettazione della miscela e quindi il tratto omogeneo sarà dichiarato non collaudabile. L'Impresa potrà effettuare, a propria cura e spese, ulteriori prove di laboratorio e comunque si procederà secondo quanto previsto dal Capitolato Speciale di Appalto: Norme Amministrative, in materia di contenzioso.
Controlli sullo strato (costipamento e spessori) - L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno i seguenti:

Tabella H_4

CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA			
Tipo di campione	***Ubicaz. Prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale ≤ al 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 10 %
			Limite d'accettazione < 14 %
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale > 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 11 %
			Limite d'accettazione < 15 %
Carote	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa giornaliera	Spessore previsto voce d'elenco prezzi

Le modalità di prelievo dei campioni e l'accertamento dello spessore della pavimentazione saranno conformi alla norma vigente e la determinazione del punto di prelievo sarà effettuata come di seguito specificato. La prima carota sarà effettuata, su indicazione della Direzione Lavori, nei primi 100 m di fascia di stesa. Successivamente ogni 300 m di fascia di stesa si procederà ad effettuare un carotaggio, alternando la verifica dello spessore e la percentuale dei vuoti in opera. L'ultima carota potrà essere effettuata qualora ricadesse in una frazione ≥ di 200 m di fascia di stesa. Nel caso di pavimentazioni che presentano alternanze di una o più fasce di stesa, anche irregolari, si dovranno effettuare gli accertamenti a discrezione della DL e comunque almeno uno per la verifica dello spessore e della percentuale dei vuoti per ogni frazione di fascia di stesa compresa tra 100 m e 300 m. Per fasce di stesa < a 100 m non si procederà alla verifica. La media dei valori accettabili costituisce il valore caratteristico dello spessore e del contenuto dei vuoti dello strato, per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque accettabili, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. Rimane facoltà dell'Impresa l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica di valori non conformi relativamente al contenuto dei vuoti da effettuate precedente nelle immediate vicinanze (compatibilmente con le esigenze di sicurezza e convenienza entro un raggio di cm 50). Tali prelievi dovranno essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori e saranno a carico dell'Impresa.

Detrazioni – Rideterminazione del prezzo

Qualità delle miscele - La qualità della miscela sarà verificata con le sole prove relative all'analisi granulometrica, ed al contenuto di bitume e le relative detrazioni saranno calcolate secondo quanto di seguito specificato. Si farà comunque sempre riferimento alle certificazioni di cui al precedente punto "controlli preventivi sulle miscele".
Analisi granulometrica - Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci previsti, per il tipo di conglomerato, in Tabella H_3 e, dove si riscontri che i valori della curva granulometrica sono usciti dai limiti di tolleranza previsti e contenuti entro i limiti di accettazione, si determina la differenza, espressa in due decimali, tra i valori riscontrati e le relative tolleranze ammesse. Successivamente tutte le differenze determinate vanno sommate in valore assoluto determinando la sommatoria degli scostamenti. La sommatoria va elevata al quadrato e moltiplicata per il coefficiente 0,03 e si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se la sommatoria delle differenze di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà minore o uguale al valore di 36,00 punti percentuali. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.
Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria:

- $36^2 \times 0{,}03 = 38{,}88\%$ di massima detrazione.

Percentuale di bitume - Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nel campo di tolleranza ammesso, ma comunque entro i limiti di accettabilità, sarà applicata la detrazione. La differenza tra la percentuale di tolleranza massima e la percentuale riscontrata sul campione va moltiplicata per il coefficiente 150, si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno di ± 0,8 punti % il valore indicato nello studio preliminare della miscela (Mix Design). Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.
Esempio di calcolo della detrazione:

- valore definito nel Mix Design pari al 4,3 %; limiti di tolleranza senza detrazione:
  minimo 3,7 % (4,3 – 0,6) e massimo 4,9 % (4,3 + 0,6)
- valore riscontrato in corso d'opera: 3,5%
  % di detrazione = (3,7 – 3,5)*150 = 30,0 %

Costipamento (percentuale dei vuoti in opera) - Il valore della percentuale dei vuoti residui risultante dal campione prelevato in opera non dovrà essere superiore al 10,0%. Per tratti di strada con pendenze longitudinali superiori al 6% tale valore viene elevato al 11,0%. Come indicato al precedente punto "controlli sullo strato", degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora la percentuale media dei vuoti residui riscontrata nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientri nei limiti sopra indicati sarà applicata la seguente detrazione. Si determina la differenza tra la percentuale media riscontrata sul campione espressa con due decimali e la percentuale del 10,0% (oppure del 11,0%). Questa differenza va elevata al cubo e moltiplicata per il coefficiente 0,375 ottenendo così la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se il valore medio dei vuoti residui in opera riscontrati in laboratorio non supererà il limite massimo indicato in tabella H_4. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.
Esempio di calcolo della detrazione massima:

- 14,00 – 10,00 = 4,00; $4{,}00^3$ x 0,375 = 24,00 % di massima detrazione

Spessore della pavimentazione - Si procederà alla verifica degli spessori come indicato al precedente punto "controlli sullo strato" e saranno considerati unicamente gli spessori aventi valori ≥ al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi. Gli spessori aventi valori maggiori del 20,0% di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi saranno considerati di entità pari a questo valore (spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi x 1,20). Quando si riscontreranno spessori inferiori al 75,0% di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi, l'area di pertinenza del carotaggio (300,00 m x larghezza di strisciata) sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà rifatta (non concorrerà nella media). Si procede quindi ad effettuare la media degli spessori accertati e se tale valore risulta maggiore o uguale di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi non si effettueranno detrazioni; contrariamente si determina la differenza tra lo spessore previsto e lo spessore medio, con due decimali, calcolato. Questa differenza va divisa per lo spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi e moltiplicata per il coefficiente 120; si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.
Esempio di calcolo della detrazione massima:
Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi 100,00 mm:

- 75 % di 100 mm = 75,00 mm (limite di accettazione).
- 100,00 – 75,00 = 12,5 25,00/100,00 = 0,25; 0,25* 120 = 30,00% di massima detrazione.

Nota generale - Qualora la somma delle detrazioni di cui ai punti "qualità miscele" e "costipamento" risulti maggiore di 45 punti percentuale, l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero sarà considerata non idonea e di conseguenza non collaudabile. Qualora il conglomerato bituminoso risulti non accettabile per i requisiti della composizione granulometrica e del contenuto di legante, il Direttore lavori potrà valutare l'opportunità di non procedere alla rimozione dello strato purché tutti i parametri Marshall (stabilità, scorrimento e rigidezza), riscontrati in ulteriori prove di verifica, siano conformi alle prescrizioni. In ogni caso sarà applicata la detrazione.

Tabella H

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICHA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Cisterna	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E – F
Conglomerato sfuso	Vibro-finitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m² di stesa o 700 t di conglomerato	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume
Carote / tassello	Pavimentazione	Ogni 600 m di fascia di stesa	% Vuoti Residui
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa	Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi

ART. 81 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO - TIPO B mm 0÷31,5

Generalità - Il conglomerato bituminoso CB - Tipo B è prodotto a caldo ed impiegato nelle pavimentazioni stradali, nelle piste aeroportuali e nelle aree soggette a traffico per la realizzazione dello strato di collegamento. La miscela, dosata a peso o a volume, è costituita da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semi solido ed eventuale conglomerato riciclato nella percentuale massima del 30%.
Il conglomerato bituminoso deve essere conforme al Regolamento (UE) n. 305/2011 ed alla norma armonizzata UNI EN 13108 - 1. Il conglomerato bituminoso sprovvisto di regolare Marcatura CE non è idoneo e pertanto non potrà essere impiegato.
Lo strato della pavimentazione realizzato con il materiale di seguito specificato dovrà avere uno spessore minimo compresso di mm 50; il Progettista dovrà procedere al dimensionamento della pavimentazione sulla base delle caratteristiche di portanza del sottofondo, delle condizioni di traffico e di carico della struttura interessata e della durata prevista.

Requisiti dei materiali costituenti
Aggregati - Gli aggregati lapidei utilizzati devono essere conformi al Regolamento (UE) n. 305/2011 e provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norma europea UNI EN 13043. Sono costituiti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler; il filler può provenire sia dalla frazione fine degli aggregati che dall'apporto di materiale specifico.
L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce compatte, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.
Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.

Tabella A

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Los Angeles	UNI EN 1097-2 (CNR34/73)	%	(≤ 30)
Quantità di frantumato	UNI EN933-5	%	(≥ 70)
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 (CNR80/80)	%	(≤ 30)
Spogliamento	UNI EN 12697-11 (CNR138/92)	%	(≤ 5)
Coeff. di appiattimento	UNI EN 933-3 (CNR95/84)	%	(≤ 30)

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione con le caratteristiche riassunte nella Tabella B.

Tabella B

AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8 (CNR27/72)	%	(≥ 60)
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	(≥ 40)

È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D= 4 mm in considerazione delle pezzature prodotte e commercializzate sul mercato nazionale.
Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti oppure può provenire dalla frazione fina degli aggregati.
In ogni caso il filler per il Tipo B deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella C.

Tabella C

FILLER			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Passante al setaccio 0,125	UNI EN 933-1	%	85 / 100
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	%	70 / 100
Anello e palla (Rapporto Filler/Bitume = 1,5)	UNI EN 13179 (CNR 122/88)	Δ R&B	≥ 5

Legante - Il legante deve essere costituito da bitume semi solido per usi stradali della classe 50/70 oppure 70/100, a seconda della zona e del periodo di impiego.
Il bitume dovrà essere conforme alle caratteristiche definite nella Tabella D.

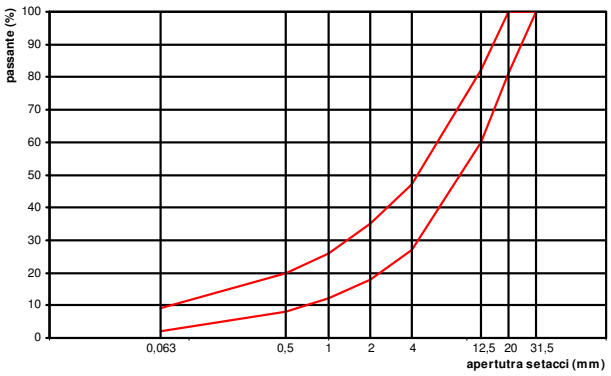
Tabella D

BITUME			***50 / 70***	***70 / 100***
Parametro	***Normativa***	***unità di misura***	***Valori richiesti***	***Valori richiesti***
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 - 70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$ Brookfield S 21 20rpm	pr EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	***UNI EN 12607-1***			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, il Produttore è tenuto a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.
Conglomerato riciclato - Per conglomerato riciclato si intende il conglomerato bituminoso proveniente da fresatura. Nel conglomerato bituminoso CB Tipo B, il materiale riciclato, riferito al totale della miscela degli aggregati, non deve superare il 30%. La percentuale deve essere sempre dichiarata nello studio preventivo della miscela.
Additivi, attivante d'adesione - Nel conglomerato bituminoso CB Tipo B, nel caso di impiego di aggregati litoidi di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze per assicurare la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (Tabella A). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa mediante la prova di spogliamento.

Requisiti della miscela - La miscela ottimale degli aggregati lapidei e del contenuto di legante dovrà essere conforme ai limiti previsti nella Tabella E. Il contenuto percentuale di legante è riferito alla miscela (aggregati e legante).

Tabella E

GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI (UNI EN 12697-2 Serie base +2)	***Mm***	***Tipo B 0/31.5***
	31,5	100
	20	81÷100
	12,5	60÷82
	4	27÷47
	2	18÷35
	1	12÷26
	0,5	8÷20
	0,063	2÷8
CONTENUTO DI LEGANTE RIFERITO ALLA MISCELA (%)	UNI EN 12697-1 e 39	**4,3÷ 5,2**

Il Produttore dovrà effettuare lo studio preliminare della miscela (Mix Design) al fine di determinare la composizione granulometrica ed il contenuto di legante ottimale mediante applicazione del metodo Marshall.
Le caratteristiche della miscela dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella Tabella F.

Tabella F

METODO MARSHALL			
Condizioni di prova	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Costipamento	UNI EN 12697-34	ad impatto (75 Colpi)	
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	> 1.000
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	300÷450
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	4÷6
Perdita di Stab. Marshall dopo 15 gg di imm. in H_2O		%	≤ 25

In aggiunta al metodo Marshall, il Produttore potrà utilizzare ulteriori metodi basati sulle caratteristiche volumetriche della miscela e sulle caratteristiche prestazionali (fondamentali) secondo le specifiche norme di riferimento. Per l'accettazione dei materiali ed i controlli periodici si farà riferimento esclusivamente al metodo Marshall. Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli aggregati, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea nuova classificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,5% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra °C 150 e °C 170 e quella del legante tra °C 150 e °C 160, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Preparazione delle superfici di stesa - Prima della realizzazione dello strato Tipo B è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. Per

mano di attacco si intende un'emulsione bituminosa, applicata sopra uno strato di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato di conglomerato. Il dosaggio di bitume residuo reso al suolo dovrà essere almeno di 200/300 g/m². Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica, con un dosaggio di bitume residuo almeno pari al 55 %.
L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in Tabella G.

Tabella G

EMULSIONE CATIONICA					
Indicatore di qualità	***Normativa***	***Un. mis.***	***Cationica 55%***	***Cationica 60%***	***Cationica 65%***
Polarità	UNI EN 1430		positiva	positiva	positiva
Contenuto di acqua	UNI EN 1429	%	45 ± 2 %	40 ± 2 %	35 ± 2 %
Contenuto legante bituminoso	UNI EN 1431	%	55 ± 2	60 ± 2	65 ± 2
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	< 8	< 10	< 10
CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	> 70	> 70	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 30	> 40	> 40

Posa in opera

Trasporto - Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. Si dovrà evitare lo spargimento sul cassone di gasolio in sostituzione di altre sostanze detergenti idonee a tale scopo.
Stesa - La posa in opera del conglomerato bituminoso CB Tipo B viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4÷5 m/minuto garantendo l'alimentazione continua del conglomerato. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura e comunque si procederà alla spalmatura di emulsione bituminosa cationica. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. All'atto della stesa la temperatura del conglomerato bituminoso sarà controllata immediatamente dietro la finitrice e dovrà risultare mediamente intorno a °C 130. Con temperature inferiori a °C 120 il materiale dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere. La stesa dei conglomerati deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa solo quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.
Costipamento - La fase di compattazione dello strato deve iniziare immediatamente dopo la stesa e condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dell'addensamento previsto per questo conglomerato. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Controlli - Il controllo dei requisiti del conglomerato bituminoso e della posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti il conglomerato, sulla miscela prelevata prima della messa in opera ed a posa ultimata mediante carotaggio.
Per l'accertamento delle caratteristiche superficiali della pavimentazione saranno effettuate prove in situ.
La Direzione Lavori dovrà provvedere al prelievo dei campioni in contraddittorio con l'Impresa, informata con congruo anticipo, redigendo specifico verbale il cui riferimento dovrà essere riportato nel certificato emesso dal Laboratorio.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle tabelle sotto riportate nei singoli paragrafi e riepilogate nella Tabella H.

I prelievi dei materiali (aggregati lapidei, legante, conglomerato bituminoso sciolto) dovranno essere effettuati secondo le modalità e le quantità prescritte dalle specifiche norme vigenti. Ogni prelievo sarà costituito da tre campioni opportunamente identificati con i dati di rintracciabilità e così destinati: il primo dovrà essere sottoposto alle analisi di laboratorio mentre i rimanenti due saranno a disposizione, uno dell'Impresa ed il secondo della Direzione lavori, per eventuali ulteriori accertamenti in caso di dubbio o di contestazione.
Gli oneri relativi all'esecuzione delle analisi di laboratorio saranno così attribuiti:

- a carico dell'Impresa appaltatrice sono tutte le prove per la qualifica delle miscele e le eventuali ulteriori prove in caso di contestazione;
- a carico della Stazione appaltante sono tutte le prove di verifica dei requisiti alle presenti prescrizioni.

In caso di contestazione si assumerà come valore valido il risultato della media dei valori riscontrati sui campioni del medesimo prelievo.
La Stazione Appaltante rimane impegnata ad eseguire gli accertamenti e/o le prove previste ai fini dell'accettazione dei materiali costituenti e/o dei conglomerati forniti e/o posti in opera (esecuzione del prelievo, delle analisi di laboratorio e raccolta dei rapporti e/o certificati delle prove eseguite) entro 75 giorni dall'ultimazione della partita della fornitura e/o dei lavori cui le medesime prove sono riferite.
Ritardi superiori al termine indicato, non imputabili all'Appaltatore, non costituiranno motivo per la mancata emissione dei S.A.L., che saranno emessi tenendo conto delle eventuali detrazioni ipotizzate o concretizzate al momento.
Controlli preventivi sulle miscele - All'inizio dell'anno o, a discrezione del Direttore dei Lavori, prima della consegna di lavori di grossa entità, il Produttore dovrà trasmettere formalmente alla Direzione Lavori la certificazione dei materiali costituenti e dello studio preliminare della miscela (Mix Design) secondo le analisi elencate riportate nella Tabella H_1 e nel rispetto dei requisiti richiesti.

Tabella H_1

CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E- F

Il mancato rispetto dei requisiti non consentirà l'inizio dei lavori. Detti controlli dovranno essere ripetuti e formalmente trasmessi alla Stazione Appaltante ogni qual volta si verificheranno sostanziali modifiche all'impianto di produzione e/o dell'approvvigionamento dei materiali costituenti i tipi di conglomerato oggetto del contratto. Le suddette certificazioni saranno base di tutte le successive verifiche qualitative e prestazionali di laboratorio effettuate in corso d'opera. La Stazione Appaltante, tramite la propria Direzione Lavori potrà richiedere, a propria cura e spese ed in qualsiasi momento, verifiche all'impianto di produzione a riscontro delle certificazioni consegnate. Sarà cura della Direzione Lavori allegare al primo verbale di prelievo la copia di dette certificazioni.
Controlli in fase d'esecuzione sulle miscele - Le modalità di esecuzione delle analisi di laboratorio e di accertamento dei requisiti dovranno essere conformi alla normativa vigente.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riportate nella Tabella H_2:

Tabella H_2

CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume

La curva granulometrica e la quantità di bitume di effettivo impiego devono corrispondere allo studio preliminare della miscela (Mix Design) consegnato alla Direzione lavori, ciò al fine di ottenere caratteristiche del conglomerato come indicato nella Tabella F.
È ammesso uno scostamento (tolleranza) della composizione del conglomerato bituminoso, per la granulometria e per il contenuto di legante, rispetto alla composizione ottimale, Mix Design, entro il quale il materiale sarà accettato senza detrazioni. Qualora si rilevasse uno scostamento maggiore il materiale

sarà accettato con detrazione entro il limite di accettazione. I valori degli scostamenti sono riportati nella seguente Tabella H_3:

Tabella H_3

TOLLERANZE E LIMITI DI ACCETTAZIONE (rispetto allo studio preliminare Mix Design)			
REQUISITO		***TOLLERANZA***	***LIMITE DI ACCETTAZIONE***
GRANULOMETRIA	*Setaccio (mm)*		
	31,5	*0*	*- 10*
	20	*9*	*± 18*
	12,5	*9*	*± 18*
	4	*± 9*	*± 18*
	2	*± 7*	*± 14*
	1	*± 5*	*± 10*
	0,5	*± 5*	*± 10*
	0,063	*± 3*	*± 4*
CONTENUTO DI LEGANTE (riferito alla miscela)		± 0,6	± 0,8

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque nei limiti di accettabilità, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. Valori ricadenti esternamente alle fasce sopra indicate comporteranno la non accettazione della miscela e quindi il tratto omogeneo sarà dichiarato non collaudabile. L'Impresa potrà effettuare, a propria cura e spese, ulteriori prove di laboratorio e comunque si procederà secondo quanto previsto dal Capitolato Speciale di Appalto: Norme Amministrative, in materia di contenzioso.
Controlli sullo strato (costipamento e spessori) - L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno i seguenti:

Tabella H_4

CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA			
Tipo di campione	***Ubicaz. Prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale ≤ al 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 8 %
			Limite d'accettazione < 12 %
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale > 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 9 %
			Limite d'accettazione < 13 %
Carote	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa giornaliera	Spessore previsto voce d'elenco prezzi

Le modalità di prelievo dei campioni e l'accertamento dello spessore della pavimentazione saranno conformi alla norma vigente e la determinazione del punto di prelievo sarà effettuata come di seguito specificato. La prima carota sarà effettuata, su indicazione della Direzione Lavori, nei primi 100 m di fascia di stesa. Successivamente ogni 300 m di fascia di stesa si procederà ad effettuare un carotaggio, alternando la verifica dello spessore e la percentuale dei vuoti in opera. L'ultima carota potrà essere effettuata qualora ricadesse in una frazione ≥ di 200 m di fascia di stesa. Nel caso di pavimentazioni che presentano alternanze di una o più fasce di stesa, anche irregolari, si dovranno effettuare gli accertamenti a discrezione della DL e comunque almeno uno per la verifica dello spessore e della percentuale dei vuoti per ogni frazione di fascia di stesa compresa tra 100 m e 300 m. Per fasce di stesa < a 100 m non si procederà alla verifica. La media dei valori accettabili costituisce il valore caratteristico dello spessore e del contenuto dei vuoti dello strato, per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque accettabili, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. Rimane facoltà dell'Impresa l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica di valori non conformi relativamente al contenuto dei vuoti da effettuate precedente nelle immediate vicinanze (compatibilmente con le esigenze di sicurezza e convenienza entro un raggio di cm 50). Tali prelievi dovranno essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori e saranno a carico dell'Impresa.

Detrazioni – Rideterminazione del prezzo

Qualità delle miscele - La qualità della miscela sarà verificata con le sole prove relative all'analisi granulometrica, ed al contenuto di bitume e le relative detrazioni saranno calcolate secondo quanto di seguito specificato. Si farà comunque sempre riferimento alle certificazioni di cui al precedente punto "controlli preventivi sulle miscele".

Analisi granulometrica - Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci previsti, per il tipo di conglomerato, in Tabella H_3 e, dove si riscontri che i valori della curva granulometrica sono usciti dai limiti di tolleranza previsti e contenuti entro i limiti di accettazione, si determina la differenza, espressa in due decimali, tra i valori riscontrati e le relative tolleranze ammesse. Successivamente tutte le differenze determinate vanno sommate in valore assoluto determinando la sommatoria degli scostamenti. La sommatoria va elevata al quadrato e moltiplicata per il coefficiente 0,03 e si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se la sommatoria delle differenze di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà minore o uguale al valore di 36,00 punti percentuali. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria:

- 36^2 x 0,03 = 38,88% di massima detrazione.

Percentuale di bitume - Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nel campo di tolleranza ammesso, ma comunque entro i limiti di accettabilità, sarà applicata la detrazione. La differenza tra la percentuale di tolleranza massima e la percentuale riscontrata sul campione va moltiplicata per il coefficiente 150, si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno di ± 0,8 punti % il valore indicato nello studio preliminare della miscela (Mix Design). Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione:

- valore definito nel Mix Design pari al 4,8 %; limiti di tolleranza senza detrazione:
  minimo 4,2 % (4,8 – 0,6) e massimo 5,4 % (4,8 + 0,6)
- valore riscontrato in corso d'opera: 4,0%
  % di detrazione = (4,2 – 4,0)*150 = 30,0 %

Costipamento (percentuale dei vuoti in opera) - Il valore della percentuale dei vuoti residui risultante dal campione prelevato in opera non dovrà essere superiore al 8,0%. Per tratti di strada con pendenze longitudinali superiori al 6% tale valore viene elevato al 9,0%. Come indicato al precedente punto "controlli sullo strato", degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora la percentuale media dei vuoti residui riscontrata nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientri nei limiti sopra indicati sarà applicata la seguente detrazione. Si determina la differenza tra la percentuale media riscontrata sul campione espressa con due decimali e la percentuale del 8,0% (oppure del 9,0%). Questa differenza va elevata al cubo e moltiplicata per il coefficiente 0,375 ottenendo così la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se il valore medio dei vuoti residui in opera riscontrati in laboratorio non supererà il limite massimo indicato in tabella H_4. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- 12,00 – 8,00 = 4,00; $4{,}00^3$ x 0,375 = 24,00 % di massima detrazione

Spessore della pavimentazione - Si procederà alla verifica degli spessori come indicato al precedente punto "controlli sullo strato" e saranno considerati unicamente gli spessori aventi valori ≥ al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi. Gli spessori aventi valori maggiori del 20,0% di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi saranno considerati di entità pari a questo valore (spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi x 1,20). Quando si riscontreranno spessori inferiori al 75,0% di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi, l'area di pertinenza del carotaggio (300,00 m x larghezza di strisciata) sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà rifatta (non concorrerà nella media). Si procede quindi ad effettuare la media degli spessori accertati e se tale valore risulta maggiore o uguale di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi non si effettueranno detrazioni; contrariamente si determina la differenza tra lo spessore

previsto e lo spessore medio, con due decimali, calcolato. Questa differenza va divisa per lo spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi e moltiplicata per il coefficiente 120; si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.
Esempio di calcolo della detrazione massima:
Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi 50,00 mm:

- 75 % di 50 mm = 37,50 mm (limite di accettazione).
- 50,00 – 37,50 = 12,5 12,50/50,00 = 0,25; 0,25* 120 = 30,00% di massima detrazione.

Nota generale - Qualora la somma delle detrazioni di cui ai punti "qualità miscele" e "costipamento" risulti maggiore di 45 punti percentuale, l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero sarà considerata non idonea e di conseguenza non collaudabile. Qualora il conglomerato bituminoso risulti non accettabile per i requisiti della composizione granulometrica e del contenuto di legante, il Direttore lavori potrà valutare l'opportunità di non procedere alla rimozione dello strato purché tutti i parametri Marshall (stabilità, scorrimento e rigidezza), riscontrati in ulteriori prove di verifica, siano conformi alle prescrizioni. In ogni caso sarà applicata la detrazione.

Tabella H

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICHA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Cisterna	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E – F
Conglomerato sfuso	Vibro-finitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m² di stesa o 700 t di conglomerato	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume
Carote / tassello	Pavimentazione	Ogni 600 m di fascia di stesa	% Vuoti Residui
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa	Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi

ART. 82 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO SUPERFICIALE D'USURA - TIPO D mm 0÷12,5

Generalità - Il conglomerato bituminoso CB - Tipo D è prodotto a caldo ed impiegato nelle pavimentazioni stradali, nelle piste aeroportuali e nelle aree soggette a traffico per la realizzazione dello strato superficiale di usura. La miscela, dosata a peso o a volume, è costituita da aggregati lapidei di primo impiego e bitume semi solido. Il conglomerato bituminoso deve essere conforme al Regolamento (UE) n. 305/2011 ed alla norma armonizzata UNI EN 13108 - 1. Il conglomerato bituminoso sprovvisto di regolare Marcatura CE non è idoneo e pertanto non potrà essere impiegato.
Lo strato della pavimentazione realizzato con il materiale di seguito specificato dovrà avere uno spessore minimo compresso di mm 30; il Progettista dovrà procedere al dimensionamento della pavimentazione sulla base delle caratteristiche di portanza del sottofondo, delle condizioni di traffico e di carico della struttura interessata e della durata prevista.

Requisiti dei materiali costituenti
Aggregati - Gli aggregati lapidei utilizzati devono essere conformi al Regolamento (UE) n. 305/2011 e provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norma europea UNI EN 13043. Sono costituiti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler; il filler può provenire sia dalla frazione fine degli aggregati che dall'apporto di materiale specifico.
L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce compatte, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.
Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.

Tabella A

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Los Angeles	UNI EN 1097-2 (CNR34/73)	%	(≤ 24)
Quantità di frantumato	UNI EN933-5	%	(≥ 100)
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 (CNR80/80)	%	(≤ 30)
Spogliamento	UNI EN 12697-11 (CNR138/92)	%	(≤ 0)
Coeff. di appiattimento	UNI EN 933-3 (CNR95/84)	%	(≤ 20)
Resistenza alla levigazione CLA	UNI EN 1097-8 (CNR140/92)	%	(≥ 40)

Qualora il presente conglomerato bituminoso venga utilizzato nella pavimentazione di marciapiedi, piste ciclabili, piazzali, strade interpoderali ecc. o altre tipologie di strade ove è definito un traffico giornaliero leggero (TGM < a 450 veicoli giorno) il valore del Coefficiente di Levigabilità Accelerata, CLA, viene ridotto a 38. Nei medesimi casi non si procederà all'effettuazione dei controlli delle caratteristiche superficiali. L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione con le caratteristiche riassunte nella Tabella B.

Tabella B

AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8 (CNR27/72)	%	(≥ 70)
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	(≥ 50)

È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D= 4 mm in considerazione delle pezzature prodotte e commercializzate sul mercato nazionale. Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti oppure può provenire dalla frazione fina degli aggregati. In ogni caso il filler per il Tipo D deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella C.

Tabella C

FILLER			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Passante al setaccio 0,125	UNI EN 933-1	%	85 / 100
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	%	70 / 100
Anello e palla (Rapporto Filler/Bitume = 1,5)	UNI EN 13179 (CNR 122/88)	Δ R&B	≥ 5

<u>Legante</u> - Il legante deve essere costituito da bitume semi solido per usi stradali della classe 50/70 oppure 70/100, a seconda della zona e del periodo di impiego. Il bitume dovrà essere conforme alle caratteristiche definite nella Tabella D.

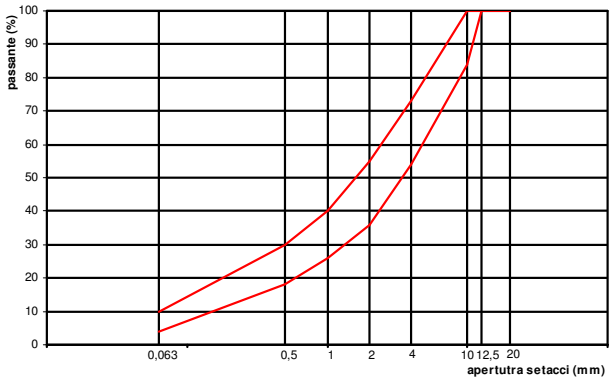
Tabella D

BITUME			***50 / 70***	***70 / 100***
Parametro	***Normativa***	***unità di misura***	***Valori richiesti***	***Valori richiesti***
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 - 70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10 s^{-1}$ Brookfield S 21 20rpm	pr EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	***UNI EN 12607-1***			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, il Produttore è tenuto a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.
Conglomerato riciclato - Nel conglomerato bituminoso CB Tipo D non è previsto l'impiego di materiale riciclato.
Additivi, attivante d'adesione - Nel conglomerato bituminoso CB Tipo D, nel caso di impiego di aggregati litoidi di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze per assicurare la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (Tabella A). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa mediante la prova di spogliamento.

Requisiti della miscela - La miscela ottimale degli aggregati lapidei e del contenuto di legante dovrà essere conforme ai limiti previsti nella Tabella E. Il contenuto percentuale di legante è riferito alla miscela (aggregati e legante).

Tabella E

GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI (UNI EN 12697-2 Serie base +2)	***Mm***	***Tipo D 0/12.5***
	14	100
	12,5	100÷100
	10	84÷100
	4	54÷73
	2	36÷55
	1	26÷40
	0,5	18÷30
	0,063	4÷10
CONTENUTO DI LEGANTE RIFERITO ALLA MISCELA (%)	UNI EN 12697-1 e 39	**5,2 ÷ 6,1**

Il Produttore dovrà effettuare lo studio preliminare della miscela (Mix Design) al fine di determinare la composizione granulometrica ed il contenuto di legante ottimale mediante applicazione del metodo Marshall. Le caratteristiche della miscela dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella Tabella F.

Tabella F

METODO MARSHALL			
Condizioni di prova	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Costipamento	UNI EN 12697-34	ad impatto (75 Colpi)	
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	> 1.000
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	300÷450
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	3÷6
Perdita di Stab. Marshall dopo 15 gg di imm. in H_2O		%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697-23	N/mm^2	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697-23	N/mm^2	> 70

In aggiunta al metodo Marshall, il Produttore potrà utilizzare ulteriori metodi basati sulle caratteristiche volumetriche della miscela e sulle caratteristiche prestazionali (fondamentali) secondo le specifiche norme di riferimento. Per l'accettazione dei materiali ed i controlli periodici si farà riferimento

esclusivamente al metodo Marshall. Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli aggregati, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea nuova classificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,5% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra °C 150 e °C 170 e quella del legante tra °C 150 e °C 160, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Preparazione delle superfici di stesa - Prima della realizzazione dello strato Tipo B è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. Per mano di attacco si intende un'emulsione bituminosa, applicata sopra uno strato di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato di conglomerato. Il dosaggio di bitume residuo reso al suolo dovrà essere almeno di 200/300 g/m². Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica, con un dosaggio di bitume residuo almeno pari al 55 %. L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in Tabella G.

Tabella G

EMULSIONE CATIONICA					
Indicatore di qualità	***Normativa***	***Un. mis.***	***Cationica 55%***	***Cationica 60%***	***Cationica 65%***
Polarità	UNI EN 1430		positiva	positiva	positiva
Contenuto di acqua	UNI EN 1429	%	45 ± 2 %	40 ± 2 %	35 ± 2 %
Contenuto legante bituminoso	UNI EN 1431	%	55 ± 2	60 ± 2	65 ± 2
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	< 8	< 10	< 10
CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	> 70	> 70	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 30	> 40	> 40

Posa in opera

Trasporto - Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. Si dovrà evitare lo spargimento sul cassone di gasolio in sostituzione di altre sostanze detergenti idonee a tale scopo.

Stesa - La posa in opera del conglomerato bituminoso CB Tipo D viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4÷5 m/minuto garantendo l'alimentazione continua del conglomerato. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura e comunque si procederà alla spalmatura di emulsione bituminosa cationica. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. All'atto della stesa la temperatura del conglomerato bituminoso sarà controllata immediatamente dietro la finitrice e dovrà risultare mediamente intorno a °C 130. Con temperature inferiori a °C 120 il materiale dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere. La stesa dei conglomerati deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa solo quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

Costipamento - La fase di compattazione dello strato deve iniziare immediatamente dopo la stesa e condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche

avanzate che permettano l'ottenimento dell'addensamento previsto per questo conglomerato. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Controlli - Il controllo dei requisiti del conglomerato bituminoso e della posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti il conglomerato, sulla miscela prelevata prima della messa in opera ed a posa ultimata mediante carotaggio. Per l'accertamento delle caratteristiche superficiali della pavimentazione saranno effettuate prove in situ.
La Direzione Lavori dovrà provvedere al prelievo dei campioni in contraddittorio con l'Impresa, informata con congruo anticipo, redigendo specifico verbale il cui riferimento dovrà essere riportato nel certificato emesso dal Laboratorio.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle tabelle sotto riportate nei singoli paragrafi e riepilogate nella Tabella H.
I prelievi dei materiali (aggregati lapidei, legante, conglomerato bituminoso sciolto) dovranno essere effettuati secondo le modalità e le quantità prescritte dalle specifiche norme vigenti. Ogni prelievo sarà costituito da tre campioni opportunamente identificati con i dati di rintracciabilità e così destinati: il primo dovrà essere sottoposto alle analisi di laboratorio mentre i rimanenti due saranno a disposizione, uno dell'Impresa ed il secondo della Direzione lavori, per eventuali ulteriori accertamenti in caso di dubbio o di contestazione.
Gli oneri relativi all'esecuzione delle analisi di laboratorio saranno così attribuiti:

- a carico dell'Impresa appaltatrice sono tutte le prove per la qualifica delle miscele e le eventuali ulteriori prove in caso di contestazione;
- a carico della Stazione appaltante sono tutte le prove di verifica dei requisiti alle presenti prescrizioni.

In caso di contestazione si assumerà come valore valido il risultato della media dei valori riscontrati sui campioni del medesimo prelievo.
Qualora il presente conglomerato bituminoso venga utilizzato nella pavimentazione di marciapiedi, piste ciclabili, piazzali, strade interpoderali ecc. o altre tipologie di strade ove è definito un traffico giornaliero leggero (TGM < a 450 veicoli giorno) non si procederà all'effettuazione dei controlli delle caratteristiche superficiali.
La Stazione Appaltante rimane impegnata ad eseguire gli accertamenti e/o le prove previste ai fini dell'accettazione dei materiali costituenti e/o dei conglomerati forniti e/o posti in opera (esecuzione del prelievo, delle analisi di laboratorio e raccolta dei rapporti e/o certificati delle prove eseguite) entro 75 giorni dall'ultimazione della partita della fornitura e/o dei lavori cui le medesime prove sono riferite.
Ritardi superiori al termine indicato, non imputabili all'Appaltatore, non costituiranno motivo per la mancata emissione dei S.A.L., che saranno emessi tenendo conto delle eventuali detrazioni ipotizzate o concretizzate al momento.
Controlli preventivi sulle miscele - All'inizio dell'anno o, a discrezione del Direttore dei Lavori, prima della consegna di lavori di grossa entità, il Produttore dovrà trasmettere formalmente alla Direzione Lavori la certificazione dei materiali costituenti e dello studio preliminare della miscela (Mix Design) secondo le analisi elencate riportate nella Tabella H_1 e nel rispetto dei requisiti richiesti.

Tabella H_1

CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E- F

Il mancato rispetto dei requisiti non consentirà l'inizio dei lavori. Detti controlli dovranno essere ripetuti e formalmente trasmessi alla Stazione Appaltante ogni qual volta si verificheranno sostanziali modifiche all'impianto di produzione e/o dell'approvvigionamento dei materiali costituenti i tipi di conglomerato oggetto del contratto. Le suddette certificazioni saranno base di tutte le successive verifiche qualitative e prestazionali di laboratorio effettuate in corso d'opera. La Stazione Appaltante, tramite la propria Direzione Lavori potrà richiedere, a propria cura e spese ed in qualsiasi momento, verifiche all'impianto di

produzione a riscontro delle certificazioni consegnate. Sarà cura della Direzione Lavori allegare al primo verbale di prelievo la copia di dette certificazioni.
Controlli in fase d'esecuzione sulle miscele - Le modalità di esecuzione delle analisi di laboratorio e di accertamento dei requisiti dovranno essere conformi alla normativa vigente.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riportate nella Tabella H_2:

Tabella H_2

CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume

La curva granulometrica e la quantità di bitume di effettivo impiego devono corrispondere allo studio preliminare della miscela (Mix Design) consegnato alla Direzione lavori, ciò al fine di ottenere caratteristiche del conglomerato come indicato nella Tabella F.
È ammesso uno scostamento (tolleranza) della composizione del conglomerato bituminoso, per la granulometria e per il contenuto di legante, rispetto alla composizione ottimale, Mix Design, entro il quale il materiale sarà accettato senza detrazioni. Qualora si rilevasse uno scostamento maggiore il materiale sarà accettato con detrazione entro il limite di accettazione. I valori degli scostamenti sono riportati nella seguente Tabella H_3:

Tabella H_3

TOLLERANZE E LIMITI DI ACCETTAZIONE (rispetto allo studio preliminare Mix Design)			
REQUISITO		***TOLLERANZA***	***LIMITE DI ACCETTAZIONE***
GRANULOMETRIA	*Setaccio (mm)*		
	14	*0*	*0*
	12,5	*- 5*	*- 10*
	10	*± 7*	*± 14*
	4	*± 7*	*± 14*
	2	*± 6*	*± 12*
	1	*± 4*	*± 8*
	0,5	*± 4*	*± 8*
	0,063	*± 2*	*± 3*
CONTENUTO DI LEGANTE (riferito alla miscela)		± 0,5	± 0,8

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque nei limiti di accettabilità, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto 7 ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.
Valori ricadenti esternamente alle fasce sopra indicate comporteranno la non accettazione della miscela e quindi il tratto omogeneo sarà dichiarato non collaudabile.
L'Appaltatore potrà effettuare, a propria cura e spese, ulteriori prove di laboratorio e comunque si procederà secondo quanto previsto dal Capitolato Speciale di Appalto: Norme Amministrative, in materia di contenzioso.
Controlli sullo strato (costipamento e spessori) - L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno i seguenti:

Tabella H_4

CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA			
Tipo di campione	***Ubicaz. Prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale ≤ al 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 7 %
			Limite d'accettazione < 11 %
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale > 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 8 %
			Limite d'accettazione < 12 %
Carote	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa giornaliera	Spessore previsto voce d'elenco prezzi

Le modalità di prelievo dei campioni e l'accertamento dello spessore della pavimentazione saranno conformi alla norma vigente e la determinazione del punto di prelievo sarà effettuata come di seguito

specificato. La prima carota sarà effettuata, su indicazione della Direzione Lavori, nei primi 100 m di fascia di stesa. Successivamente ogni 300 m di fascia di stesa si procederà ad effettuare un carotaggio, alternando la verifica dello spessore e la percentuale dei vuoti in opera. L'ultima carota potrà essere effettuata qualora ricadesse in una frazione ≥ di 200 m di fascia di stesa. Nel caso di pavimentazioni che presentano alternanze di una o più fasce di stesa, anche irregolari, si dovranno effettuare gli accertamenti a discrezione della D.L. e comunque almeno uno per la verifica dello spessore e della percentuale dei vuoti per ogni frazione di fascia di stesa compresa tra 100 m e 300 m. Per fasce di stesa < a 100 m non si procederà alla verifica. La media dei valori accettabili costituisce il valore caratteristico dello spessore e del contenuto dei vuoti dello strato, per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque accettabili, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. Rimane facoltà dell'Impresa l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica di valori non conformi relativamente al contenuto dei vuoti da effettuate precedente nelle immediate vicinanze (compatibilmente con le esigenze di sicurezza e convenienza entro un raggio di cm 50). Tali prelievi dovranno essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori e saranno a carico dell'Impresa.

Controlli delle caratteristiche superficiali - Nel periodo compreso tra 2 e 4 mesi dall'ultimazione della stesa e comunque prima del collaudo dell'opera, la Stazione appaltante effettuerà, le seguenti ulteriori prove.

1) misura dell'aderenza (Resistenza di Attrito Radente) con lo SKID TESTER secondo la norma UNI EN 13036-4; in alternativa potrà essere determinato il coefficiente di Aderenza con Grip Tester.
2) macro rugosità superficiale misurata col sistema UNI EN 13036-1 (CNR 94/83).

Tabella H_5

CONTROLLO SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Sede stradale	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	BPN ≥ 50 Limite di accettazione 40
			HS ≥ 0,40 mm

Detrazioni – Rideterminazione del prezzo

Qualità delle miscele - La qualità della miscela sarà verificata con le sole prove relative all'analisi granulometrica, ed al contenuto di bitume e le relative detrazioni saranno calcolate secondo quanto di seguito specificato. Si farà comunque sempre riferimento alle certificazioni di cui al precedente punto "controlli preventivi sulle miscele".

Analisi granulometrica - Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci previsti, per il tipo di conglomerato, in Tabella H_3 e, dove si riscontri che i valori della curva granulometrica sono usciti dai limiti di tolleranza previsti e contenuti entro i limiti di accettazione, si determina la differenza, espressa in due decimali, tra i valori riscontrati e le relative tolleranze ammesse. Successivamente tutte le differenze determinate vanno sommate in valore assoluto determinando la sommatoria degli scostamenti. La sommatoria va elevata al quadrato e moltiplicata per il coefficiente 0,03 e si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se la sommatoria delle differenze di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà minore o uguale al valore di 36,00 punti percentuali. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria:

- 36^2 x 0,03 = 38,88% di massima detrazione.

Percentuale di bitume - Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nel campo di tolleranza ammesso, ma comunque entro i limiti di accettabilità, sarà applicata la detrazione. La differenza tra la percentuale di tolleranza massima e la percentuale riscontrata sul campione va moltiplicata per il coefficiente 150, si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno di ± 0,8 punti % il valore indicato nello studio preliminare della miscela (Mix Design). Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione:

- valore definito nel Mix Design pari al 5,7 %;

limiti di tolleranza senza detrazione: minimo 5,2 % (5,7 – 0,5) e massimo 6,2 % (5,7 + 0,5)

- valore riscontrato in corso d'opera: 4,9%

  % di detrazione = (5,2 – 4,9)*150 = 45,0 %

Costipamento (percentuale dei vuoti in opera) - Il valore della percentuale dei vuoti residui risultante dal campione prelevato in opera non dovrà essere superiore al 7,0%. Per tratti di strada con pendenze longitudinali superiori al 6% tale valore viene elevato al 8,0%. Come indicato al precedente punto "controlli sullo strato", degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora la percentuale media dei vuoti residui riscontrata nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientri nei limiti sopra indicati sarà applicata la seguente detrazione. Si determina la differenza tra la percentuale media riscontrata sul campione espressa con due decimali e la percentuale del 7,0% (oppure del 8,0%). Questa differenza va elevata al cubo e moltiplicata per il coefficiente 0,375 ottenendo così la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se il valore medio dei vuoti residui in opera riscontrati in laboratorio non supererà il limite massimo indicato in tabella H_4. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- 11,00 – 7,00 = 4,00; $4{,}00^3$ x 0,375 = 24,00 % di massima detrazione

Spessore della pavimentazione - Si procederà alla verifica degli spessori come indicato al precedente punto "controlli sullo strato" e saranno considerati unicamente gli spessori aventi valori ≥ al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi. Gli spessori aventi valori maggiori del 20,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi saranno considerati di entità pari a questo valore (spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi x 1,20). Quando si riscontreranno spessori inferiori al 75,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi, l'area di pertinenza del carotaggio (300,00 m x larghezza di strisciata) sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà rifatta (non concorrerà nella media). Si procede quindi ad effettuare la media degli spessori accertati e se tale valore risulta maggiore o uguale di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi non si effettueranno detrazioni; contrariamente si determina la differenza tra lo spessore previsto e lo spessore medio, con due decimali, calcolato. Questa differenza va divisa per lo spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi e moltiplicata per il coefficiente 120; si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi 30,00 mm:

- 75 % di 30 mm = 22,50 mm (limite di accettazione).
- 30,00 – 22,50 = 7,50 7,50/30,00 = 0,25; 0,25* 120 = 30,00% di massima detrazione.

Caratteristiche superficiali - Nel periodo compreso tra 2 e 4 mesi dall'ultimazione della stesa saranno rilevati i valori di BPN (British Pendulum Number) effettuati con lo SKID TESTER come indicato al precedente punto "controllo delle caratteristiche principali" (tabella H_4).

Per i valori BPN inferiori a 50 e maggiori a 40 verrà applicata una detrazione del 1 % del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Con valori di BPN inferiori a 40 potrà essere richiesta, da parte del Responsabile del procedimento, la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Appaltatore, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni in modo che, un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente con una tolleranza avente uno scostamento massimo di 5 mm.

Nota generale - Qualora la somma delle detrazioni di cui ai punti "qualità miscele" e "costipamento" risulti maggiore di 45 punti percentuale, l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero sarà considerata non idonea e di conseguenza non collaudabile. Qualora il conglomerato bituminoso risulti non accettabile per i requisiti della composizione granulometrica e del contenuto di legante, il Direttore lavori potrà valutare l'opportunità di non procedere alla rimozione dello strato purché tutti i parametri Marshall (stabilità, scorrimento e rigidezza), riscontrati in ulteriori prove di verifica, siano conformi alle prescrizioni. In ogni caso sarà applicata la detrazione.

Tabella H

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICHA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Cisterna	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E – F
Conglomerato sfuso	Vibro-finitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m² di stesa o 700 t di conglomerato	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume
Carote / tassello	Pavimentazione	Ogni 600 m di fascia di stesa	% Vuoti Residui
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa	Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi

ART. 83 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO UNICO - TIPO E mm 0÷20

Generalità - Il conglomerato bituminoso CB - Tipo E è prodotto a caldo ed impiegato nelle pavimentazioni stradali, nelle piste aeroportuali e nelle aree soggette a traffico per la realizzazione dello strato unico. La miscela, dosata a peso o a volume, è costituita da aggregati lapidei di primo impiego e bitume semi solido ed avente conglomerato riciclato nella percentuale massima del 30%.
Il conglomerato bituminoso deve essere conforme al Regolamento (UE) n. 305/2011 ed alla norma armonizzata UNI EN 13108 - 1. Il conglomerato bituminoso sprovvisto di regolare Marcatura CE non è idoneo e pertanto non potrà essere impiegato.
Lo strato della pavimentazione realizzato con il materiale di seguito specificato dovrà avere uno spessore minimo compresso di mm 50; il Progettista dovrà procedere al dimensionamento della pavimentazione sulla base delle caratteristiche di portanza del sottofondo, delle condizioni di traffico e di carico della struttura interessata e della durata prevista.

Requisiti dei materiali costituenti
Aggregati - Gli aggregati lapidei utilizzati devono essere conformi al Regolamento (UE) n. 305/2011 e provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norma europea UNI EN 13043. Sono costituiti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler; il filler può provenire sia dalla frazione fine degli aggregati che dall'apporto di materiale specifico.
L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce compatte, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.
Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.

Tabella A

AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Los Angeles	UNI EN 1097-2 (CNR34/73)	%	(≤ 24)
Quantità di frantumato	UNI EN933-5	%	(≥ 100)
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 (CNR80/80)	%	(≤ 30)
Spogliamento	UNI EN 12697-11 (CNR138/92)	%	(≤ 0)
Coeff. di appiattimento	UNI EN 933-3 (CNR95/84)	%	(≤ 20)
Resistenza alla levigazione CLA	UNI EN 1097-8 (CNR140/92)	%	(≥ 40)

Qualora il presente conglomerato bituminoso venga utilizzato nella pavimentazione di marciapiedi, piste ciclabili, piazzali, strade interpoderali ecc. o altre tipologie di strade ove è definito un traffico giornaliero leggero (TGM < a 450 veicoli giorno) il valore del Coefficiente di Levigabilità Accelerata, CLA, viene ridotto a 38. Nei medesimi casi non si procederà all'effettuazione dei controlli delle caratteristiche superficiali. L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione con le caratteristiche riassunte nella Tabella B.

Tabella B

AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8 (CNR27/72)	%	(≥ 70)
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	(≥ 50)

È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D= 4 mm in considerazione delle pezzature prodotte e commercializzate sul mercato nazionale. Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti oppure può provenire dalla frazione fina degli aggregati. In ogni caso il filler per il Tipo E deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella C.

Tabella C

FILLER			
Parametro	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Passante al setaccio 0,125	UNI EN 933-1	%	85 / 100
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	%	70 / 100
Anello e palla (Rapporto Filler/Bitume = 1,5)	UNI EN 13179 (CNR 122/88)	Δ R&B	≥ 5

Legante - Il legante deve essere costituito da bitume semi solido per usi stradali della classe 50/70 oppure 70/100, a seconda della zona e del periodo di impiego. Il bitume dovrà essere conforme alle caratteristiche definite nella Tabella D.

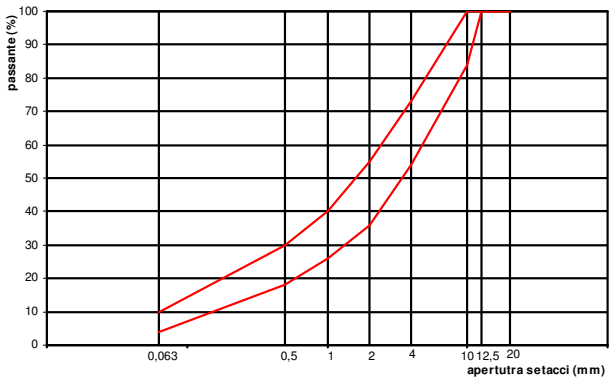
Tabella D

BITUME			***50 / 70***	***70 / 100***
Parametro	***Normativa***	***unità di misura***	***Valori richiesti***	***Valori richiesti***
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 - 70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10 s^{-1}$ Brookfield S 21 20rpm	pr EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	***UNI EN 12607-1***			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, il Produttore è tenuto a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.
Conglomerato riciclato – Per conglomerato riciclato si intende il conglomerato bituminoso proveniente da fresatura. Nel conglomerato bituminoso CB Tipo E, il materiale riciclato, riferito al totale della miscela degli aggregati, non deve superare il 30%. La percentuale deve essere sempre dichiarata nello studio preventivo della miscela.
Additivi, attivante d'adesione - Nel conglomerato bituminoso CB Tipo E, nel caso di impiego di aggregati litoidi di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze per assicurare la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (Tabella A). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa mediante la prova di spogliamento.

Requisiti della miscela - La miscela ottimale degli aggregati lapidei e del contenuto di legante dovrà essere conforme ai limiti previsti nella Tabella E. Il contenuto percentuale di legante è riferito alla miscela (aggregati e legante).

Tabella E

GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI (UNI EN 12697-2 Serie base +2)	***mm***	***Tipo D 0/12.5***
	31,5	100
	20	90÷100
	12,5	74÷100
	4	38÷60
	2	24÷42
	1	17÷32
	0,5	12÷24
	0,063	2÷9
CONTENUTO DI LEGANTE RIFERITO ALLA MISCELA (%)	UNI EN 12697-1 e 39	**4,8 ÷ 5,7**

Il Produttore dovrà effettuare lo studio preliminare della miscela (Mix Design) al fine di determinare la composizione granulometrica ed il contenuto di legante ottimale mediante applicazione del metodo Marshall. Le caratteristiche della miscela dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella Tabella F.

Tabella F

METODO MARSHALL			
Condizioni di prova	***Normativa***	***Unità di misura***	***Valori richiesti***
Costipamento	UNI EN 12697-34	ad impatto (75 Colpi)	
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	> 1.000
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	300÷500
Vuoti residui Marshall	UNI EN 12697-8	%	4÷6
Perdita di Stab. Marshall dopo 15 gg di imm. in H_2O		%	≤ 25

In aggiunta al metodo Marshall, il Produttore potrà utilizzare ulteriori metodi basati sulle caratteristiche volumetriche della miscela e sulle caratteristiche prestazionali (fondamentali) secondo le specifiche norme di riferimento. Per l'accettazione dei materiali ed i controlli periodici si farà riferimento esclusivamente al metodo Marshall. Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli aggregati, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea nuova classificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,5% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra °C 150 e °C 170 e quella del legante tra °C 150 e °C 160, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Preparazione delle superfici di stesa - Prima della realizzazione dello strato Tipo E è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. Per mano di attacco si intende un'emulsione bituminosa, applicata sopra uno strato di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato di conglomerato. Il dosaggio di bitume residuo reso al suolo dovrà essere almeno di 200/300 g/m². Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato

da un'emulsione bituminosa cationica, con un dosaggio di bitume residuo almeno pari al 55 %. L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati in Tabella G.

Tabella G

EMULSIONE CATIONICA					
Indicatore di qualità	***Normativa***	***Un. mis.***	***Cationica 55%***	***Cationica 60%***	***Cationica 65%***
Polarità	UNI EN 1430		positiva	positiva	positiva
Contenuto di acqua	UNI EN 1429	%	45 ± 2 %	40 ± 2 %	35 ± 2 %
Contenuto legante bituminoso	UNI EN 1431	%	55 ± 2	60 ± 2	65 ± 2
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	< 8	< 10	< 10
CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	> 70	> 70	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 30	> 40	> 40

Posa in opera

Trasporto - Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. Si dovrà evitare lo spargimento sul cassone di gasolio in sostituzione di altre sostanze detergenti idonee a tale scopo.

Stesa - La posa in opera del conglomerato bituminoso CB Tipo E viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4÷5 m/minuto garantendo l'alimentazione continua del conglomerato. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura e comunque si procederà alla spalmatura di emulsione bituminosa cationica. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. All'atto della stesa la temperatura del conglomerato bituminoso sarà controllata immediatamente dietro la finitrice e dovrà risultare mediamente intorno a °C 130. Con temperature inferiori a °C 120 il materiale dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere. La stesa dei conglomerati deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa solo quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

Costipamento - La fase di compattazione dello strato deve iniziare immediatamente dopo la stesa e condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dell'addensamento previsto per questo conglomerato. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Controlli - Il controllo dei requisiti del conglomerato bituminoso e della posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti il conglomerato, sulla miscela prelevata prima della messa in opera ed a posa ultimata mediante carotaggio. Per l'accertamento delle caratteristiche superficiali della pavimentazione saranno effettuate prove in situ.

La Direzione Lavori dovrà provvedere al prelievo dei campioni in contraddittorio con l'Impresa, informata con congruo anticipo, redigendo specifico verbale il cui riferimento dovrà essere riportato nel certificato emesso dal Laboratorio.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle tabelle sotto riportate nei singoli paragrafi e riepilogate nella Tabella H.

I prelievi dei materiali (aggregati lapidei, legante, conglomerato bituminoso sciolto) dovranno essere effettuati secondo le modalità e le quantità prescritte dalle specifiche norme vigenti. Ogni prelievo sarà costituito da tre campioni opportunamente identificati con i dati di rintracciabilità e così destinati: il primo

dovrà essere sottoposto alle analisi di laboratorio mentre i rimanenti due saranno a disposizione, uno dell'Impresa ed il secondo della Direzione lavori, per eventuali ulteriori accertamenti in caso di dubbio o di contestazione.
Gli oneri relativi all'esecuzione delle analisi di laboratorio saranno così attribuiti:

- a carico dell'Impresa appaltatrice sono tutte le prove per la qualifica delle miscele e le eventuali ulteriori prove in caso di contestazione;
- a carico della Stazione appaltante sono tutte le prove di verifica dei requisiti alle presenti prescrizioni.

In caso di contestazione si assumerà come valore valido il risultato della media dei valori riscontrati sui campioni del medesimo prelievo.
Qualora il presente conglomerato bituminoso venga utilizzato nella pavimentazione di marciapiedi, piste ciclabili, piazzali, strade interpoderali ecc. o altre tipologie di strade ove è definito un traffico giornaliero leggero (TGM < a 450 veicoli giorno) non si procederà all'effettuazione dei controlli delle caratteristiche superficiali.
La Stazione Appaltante rimane impegnata ad eseguire gli accertamenti e/o le prove previste ai fini dell'accettazione dei materiali costituenti e/o dei conglomerati forniti e/o posti in opera (esecuzione del prelievo, delle analisi di laboratorio e raccolta dei rapporti e/o certificati delle prove eseguite) entro 75 giorni dall'ultimazione della partita della fornitura e/o dei lavori cui le medesime prove sono riferite.
Ritardi superiori al termine indicato, non imputabili all'Appaltatore, non costituiranno motivo per la mancata emissione dei S.A.L., che saranno emessi tenendo conto delle eventuali detrazioni ipotizzate o concretizzate al momento.
Controlli preventivi sulle miscele - All'inizio dell'anno o, a discrezione del Direttore dei Lavori, prima della consegna di lavori di grossa entità, il Produttore dovrà trasmettere formalmente alla Direzione Lavori la certificazione dei materiali costituenti e dello studio preliminare della miscela (Mix Design) secondo le analisi elencate riportate nella Tabella H_1 e nel rispetto dei requisiti richiesti.

Tabella H_1

CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E- F

Il mancato rispetto dei requisiti non consentirà l'inizio dei lavori. Detti controlli dovranno essere ripetuti e formalmente trasmessi alla Stazione Appaltante ogni qual volta si verificheranno sostanziali modifiche all'impianto di produzione e/o dell'approvvigionamento dei materiali costituenti i tipi di conglomerato oggetto del contratto. Le suddette certificazioni saranno base di tutte le successive verifiche qualitative e prestazionali di laboratorio effettuate in corso d'opera. La Stazione Appaltante, tramite la propria Direzione Lavori potrà richiedere, a propria cura e spese ed in qualsiasi momento, verifiche all'impianto di produzione a riscontro delle certificazioni consegnate. Sarà cura della Direzione Lavori allegare al primo verbale di prelievo la copia di dette certificazioni.
Controlli in fase d'esecuzione sulle miscele - Le modalità di esecuzione delle analisi di laboratorio e di accertamento dei requisiti dovranno essere conformi alla normativa vigente.
L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riportate nella Tabella H_2:

Tabella H_2

CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume

La curva granulometrica e la quantità di bitume di effettivo impiego devono corrispondere allo studio preliminare della miscela (Mix Design) consegnato alla Direzione lavori, ciò al fine di ottenere caratteristiche del conglomerato come indicato nella Tabella F.

È ammesso uno scostamento (tolleranza) della composizione del conglomerato bituminoso, per la granulometria e per il contenuto di legante, rispetto alla composizione ottimale, Mix Design, entro il quale il materiale sarà accettato senza detrazioni. Qualora si rilevasse uno scostamento maggiore il materiale sarà accettato con detrazione entro il limite di accettazione. I valori degli scostamenti sono riportati nella seguente Tabella H_3:

Tabella H_3

TOLLERANZE E LIMITI DI ACCETTAZIONE (rispetto allo studio preliminare Mix Design)			
REQUISITO		***TOLLERANZA***	***LIMITE DI ACCETTAZIONE***
GRANULOMETRIA	*Setaccio (mm)*		
	31,5	*0*	*0*
	20	*- 5*	*- 10*
	12,5	*± 9*	*± 18*
	4	*± 9*	*± 18*
	2	*± 7*	*± 14*
	1	*± 5*	*± 10*
	0,5	*± 5*	*± 10*
	0,063	*± 3*	*± 4*
CONTENUTO DI LEGANTE (riferito alla miscela)		± 0,6	± 0,8

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque nei limiti di accettabilità, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto 7 ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.
Valori ricadenti esternamente alle fasce sopra indicate comporteranno la non accettazione della miscela e quindi il tratto omogeneo sarà dichiarato non collaudabile.
L'Appaltatore potrà effettuare, a propria cura e spese, ulteriori prove di laboratorio e comunque si procederà secondo quanto previsto dal Capitolato Speciale di Appalto: Norme Amministrative, in materia di contenzioso.
Controlli sullo strato (costipamento e spessori) - L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno i seguenti:

Tabella H_4

CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA			
Tipo di campione	***Ubicaz. Prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale ≤ al 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 8 %
			Limite d'accettazione < 12 %
Carote	Strisciate con pendenza longitudinale > 6%	Ogni 600 m di fascia di stesa giornaliera	Vuoti residui in opera < 9 %
			Limite d'accettazione < 13 %
Carote	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa giornaliera	Spessore previsto voce d'elenco prezzi

Le modalità di prelievo dei campioni e l'accertamento dello spessore della pavimentazione saranno conformi alla norma vigente e la determinazione del punto di prelievo sarà effettuata come di seguito specificato. La prima carota sarà effettuata, su indicazione della Direzione Lavori, nei primi 100 m di fascia di stesa. Successivamente ogni 300 m di fascia di stesa si procederà ad effettuare un carotaggio, alternando la verifica dello spessore e la percentuale dei vuoti in opera. L'ultima carota potrà essere effettuata qualora ricadesse in una frazione ≥ di 200 m di fascia di stesa. Nel caso di pavimentazioni che presentano alternanze di una o più fasce di stesa, anche irregolari, si dovranno effettuare gli accertamenti a discrezione della D.L. e comunque almeno uno per la verifica dello spessore e della percentuale dei vuoti per ogni frazione di fascia di stesa compresa tra 100 m e 300 m. Per fasce di stesa < a 100 m non si procederà alla verifica. La media dei valori accettabili costituisce il valore caratteristico dello spessore e del contenuto dei vuoti dello strato, per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti ma risultino comunque accettabili, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo punto ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. Rimane facoltà dell'Impresa l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica di valori non conformi relativamente al contenuto dei vuoti da effettuate precedente nelle

immediate vicinanze (compatibilmente con le esigenze di sicurezza e convenienza entro un raggio di cm 50). Tali prelievi dovranno essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori e saranno a carico dell'Impresa.

Controlli delle caratteristiche superficiali - Nel periodo compreso tra 2 e 4 mesi dall'ultimazione della stesa e comunque prima del collaudo dell'opera, la Stazione appaltante effettuerà, le seguenti ulteriori prove.

1) misura dell'aderenza (Resistenza di Attrito Radente) con lo SKID TESTER secondo la norma UNI EN 13036-4; in alternativa potrà essere determinato il coefficiente di Aderenza con Grip Tester.
2) macro rugosità superficiale misurata col sistema UNI EN 13036-1 (CNR 94/83).

Tabella H_5

CONTROLLO SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Sede stradale	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	BPN ≥ 50 Limite di accettazione 40
			HS ≥ 0,40 mm

Detrazioni – Rideterminazione del prezzo

Qualità delle miscele - La qualità della miscela sarà verificata con le sole prove relative all'analisi granulometrica, ed al contenuto di bitume e le relative detrazioni saranno calcolate secondo quanto di seguito specificato. Si farà comunque sempre riferimento alle certificazioni di cui al precedente punto "controlli preventivi sulle miscele".

Analisi granulometrica - Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci previsti, per il tipo di conglomerato, in Tabella H_3 e, dove si riscontri che i valori della curva granulometrica sono usciti dai limiti di tolleranza previsti e contenuti entro i limiti di accettazione, si determina la differenza, espressa in due decimali, tra i valori riscontrati e le relative tolleranze ammesse. Successivamente tutte le differenze determinate vanno sommate in valore assoluto determinando la sommatoria degli scostamenti. La sommatoria va elevata al quadrato e moltiplicata per il coefficiente 0,03 e si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se la sommatoria delle differenze di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà minore o uguale al valore di 36,00 punti percentuali. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria:

- 36^2 x 0,03 = 38,88% di massima detrazione.

Percentuale di bitume - Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nel campo di tolleranza ammesso, ma comunque entro i limiti di accettabilità, sarà applicata la detrazione. La differenza tra la percentuale di tolleranza massima e la percentuale riscontrata sul campione va moltiplicata per il coefficiente 150, si ottiene così la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno di ± 0,8 punti % il valore indicato nello studio preliminare della miscela (Mix Design). Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione:

- valore definito nel Mix Design pari al 5,2 %;
  limiti di tolleranza senza detrazione: minimo 4,6 % (5,2 – 0,6) e massimo 5,8 % (5,2 + 0,6)
- valore riscontrato in corso d'opera: 4,4%
  % di detrazione = (4,6 – 4,4)*150 = 30,0 %

Costipamento (percentuale dei vuoti in opera) - Il valore della percentuale dei vuoti residui risultante dal campione prelevato in opera non dovrà essere superiore al 8,0%. Per tratti di strada con pendenze longitudinali superiori al 6% tale valore viene elevato al 9,0%. Come indicato al precedente punto "controlli sullo strato", degli esiti delle prove si provvederà ad effettuare la media dei valori riscontrati e solo questa rappresenterà il valore caratteristico del conglomerato per il tratto omogeneo giornaliero. Qualora la percentuale media dei vuoti residui riscontrata nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientri nei limiti sopra indicati sarà applicata la seguente detrazione. Si determina la differenza tra la percentuale media riscontrata sul campione espressa con due decimali e la percentuale del 8,0% (oppure del 9,0%). Questa differenza va elevata al cubo e moltiplicata per il coefficiente 0,375 ottenendo così la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al

prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero. La suddetta detrazione è ammessa solo se il valore medio dei vuoti residui in opera riscontrati in laboratorio non supererà il limite massimo indicato in tabella H_4. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.
Esempio di calcolo della detrazione massima:

- 12,00 – 8,00 = 4,00; $4{,}00^3$ x 0,375 = 24,00 % di massima detrazione

Spessore della pavimentazione - Si procederà alla verifica degli spessori come indicato al precedente punto "controlli sullo strato" e saranno considerati unicamente gli spessori aventi valori ≥ al 75 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi. Gli spessori aventi valori maggiori del 20,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi saranno considerati di entità pari a questo valore (spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi x 1,20). Quando si riscontreranno spessori inferiori al 75,00 % di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi, l'area di pertinenza del carotaggio (300,00 m x larghezza di strisciata) sarà dichiarata non collaudabile e quindi andrà rifatta (non concorrerà nella media). Si procede quindi ad effettuare la media degli spessori accertati e se tale valore risulta maggiore o uguale di quello previsto dalla voce d'elenco prezzi non si effettueranno detrazioni; contrariamente si determina la differenza tra lo spessore previsto e lo spessore medio, con due decimali, calcolato. Questa differenza va divisa per lo spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi e moltiplicata per il coefficiente 120; si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La detrazione così calcolata è applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.
Esempio di calcolo della detrazione massima:
Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi 50,00 mm:

- 75 % di 50 mm = 37,50 mm (limite di accettazione).
- 50,00 – 37,50 = 12,50 12,50/50,00 = 0,25; 0,25* 120 = 30,00% di massima detrazione.

Caratteristiche superficiali - Nel periodo compreso tra 2 e 4 mesi dall'ultimazione della stesa saranno rilevati i valori di BPN (British Pendulum Number) effettuati con lo SKID TESTER come indicato al precedente punto "controllo delle caratteristiche principali" (tabella H_4).
Per i valori BPN inferiori a 50 e maggiori a 40 verrà applicata una detrazione del 1 % del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Con valori di BPN inferiori a 40 potrà essere richiesta, da parte del Responsabile del procedimento, la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Appaltatore, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.
Nota generale - Qualora la somma delle detrazioni di cui ai punti "qualità miscele" e "costipamento" risulti maggiore di 45 punti percentuale, l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero sarà considerata non idonea e di conseguenza non collaudabile. Qualora il conglomerato bituminoso risulti non accettabile per i requisiti della composizione granulometrica e del contenuto di legante, il Direttore lavori potrà valutare l'opportunità di non procedere alla rimozione dello strato purché tutti i parametri Marshall (stabilità, scorrimento e rigidezza), riscontrati in ulteriori prove di verifica, siano conformi alle prescrizioni. In ogni caso sarà applicata la detrazione.

Tabella H

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICHA PRESTAZIONALE			
Tipo di campione	***Ubicaz. prelievo***	***Frequenza prove***	***Requisiti da controllare***
Aggregato grosso	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella A
Aggregato fino	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella B
Filler	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella C
Bitume	Cisterna	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabella D
Miscela	Impianto	Inizio anno (inizio lavori di grossa entità)	Riferimento Tabelle E – F
Conglomerato sfuso	Vibro-finitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m² di stesa o 700 t di conglomerato	Granulometria degli aggregati Percentuale di bitume
Carote / tassello	Pavimentazione	Ogni 600 m di fascia di stesa	% Vuoti Residui
Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 300 m di fascia di stesa	Spessore previsto dalla voce d'elenco prezzi

5.2 – PAVIMENTAZIONI IN PIETRA

ART. 84 – ESECUZIONE DI PAVIMENTAZIONI IN PORFIDO

1 - Norme generali

La posa in opera di pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi. Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo dell'1,5%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa. Anche per il porfido miglior sottofondo sarà sempre considerato quello di calcestruzzo che, anche se magro, ripartisce i carichi di sollecitazione. Il sottofondo di macadam dovrà essere convenientemente rullato nelle richieste granulometrie e fino a completa chiusura della superficie. I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione Lavori.

2 - Criteri di impiego delle pavimentazioni in cubetti di porfido

Nell'esecuzione di pavimentazioni in porfido il committente si riserverà la facoltà di impiegare uno dei tipi di cubetti di normale produzione. La scelta del tipo sarà effettuata considerando:

a) intensità e natura del traffico;
b) destinazione e collocazione ambientale;
c) motivazioni architettoniche.

In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico.

3 - Posa in opera di cubetti di porfido

La pavimentazione di cubetti di porfido dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche. La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a meno di:

- cm 9/10 per il cubetto tipo 4/6
- cm 12/14 per il cubetto tipo 6/8 cm 15/16 per il cubetto tipo 8/10
- cm 18/20 per il cubetto tipo 10/12
- cm 20/22 per il cubetto tipo 12/14
- cm 23/25 per il cubetto tipo 14/18

rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia di circa 6 cm, eventualmente premiscelata a secco con cemento (kg 10 circa per m^2).

I cubetti di porfido potranno essere posati ad "arco contrastante", a "ventaglio", a "cerchio", a "coda di pavone", o a "filari diritti". I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima da 1 a 2 cm a seconda del tipo. Verrà, quindi disposto uno strato di sabbia e cemento sufficiente a colmare le fughe dopo di che si provvederà alla bagnatura ed alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico.

Nella fase finale di posa si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati. Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1,5%.

4 - Sigillatura delle pavimentazioni in cubetti

Indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti di porfido è la sigillatura dei giunti, che si potrà eseguire:

a. con semplice sabbia: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe, anche in più riprese e a distanza nel tempo, sino a completa chiusura;
b. con boiacca cementizia: si prepara un "beverone" in parti uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua e si dovrà stendere lo stesso sul pavimento preventivamente inumidito in modo da penetrare completamente in ogni giuntura. Si dovrà lasciare riposare tale boiacca fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pressione, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione. Si dovrà, infine, procedere alla completa ed accurata pulizia del pavimento con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta. È essenziale che la sigillatura avvenga in tempi brevi, subito dopo la posa dei cubetti, possibilmente ancora in giornata;

c. con bitume a caldo: in penetrazione 50/80 o 80/100 a seconda della latitudine e della esposizione, e che viene versato nelle fughe a mano, con l'ausilio di tazze a beccuccio o appositi imbuti, ripassato e cosparso di sabbia fine;
d. con emulsione o conglomerati a freddo. Pulizia superficiale con sabbia e segatura;
e. sono possibili altri tipi di sigillatura con materiali speciali purché collaudati e garantiti, per esempio resine poliuretaniche colate con apposita attrezzatura nelle fughe riempite con frantumato in adatta granulometria. Altre procedure possono essere attivate con mastici di asfalto o con aggiunta di fibre d'acciaio o sintetiche.

5 - Posa in opera di cordoni e binderi

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire (ove necessario) lo scavo per la ricezione dei cordoni ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i cordoni in modo da risultare leggermente incastrati. In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e stilatura dei giunti con boiacca cementizia molto grassa e tirata a cazzuola.

6 - Pavimentazioni particolari non sdrucciolevoli

Il D.M. del 14 giugno 1989 n. 236, che fissa in meno di 5 mm la fuga fra due elementi di piastrelle e in 2 mm la massima scabrosità in superficie non considera i pavimenti in porfido. Infatti le norme UNI EN 1341 e 1342 riferentesi a pavimenti in "lastre o cubetti in pietra naturale" (nel caso specifico: porfido) consentono una tolleranza nelle dimensioni planari fra due facce a spacco di più o meno 5 mm nei cubetti e più o meno 10 mm nelle piastrelle (art. 4.1.2.1.) e quindi sono impensabili per il porfido i limiti del D.M. di cui sopra, che del resto si riferisce a pavimenti di accessi di edifici privati o pubblici. Ugualmente, circa l'irregolarità della faccia nelle stesse pietre naturali, le ne fissano una tolleranza (cavità o sporgenza) di 5 mm massimi (art. 4.1.2.3.) e nel paragrafo 4.5 della stessa norma, ove si riferisce alla scivolosità dichiara che i materiali con finitura rustica (a spacco o a piano naturale di cava, nel caso specifico: porfido) offrono sufficiente resistenza allo scivolamento/slittamento e quindi non occorre sottoporre alla prova di scivolosità richiesta ad altri materiali.

ART. 85 – FUGANTE POLIURETANICO O POLIMERICO PER PIETRA NATURALE

Per migliorare nella pavimentazioni in pietra le caratteristiche di tenuta al traffico anche intenso e pesante si prevede l'uso di sigillante poliuretanico o polimerico (tipo FlexyFuga, Cobble-Fix o similari).

Campo di impiego: sistema da colata per cementare tra loro gli inerti che vengono utilizzati per il riempimento delle fughe nelle pavimentazioni; nello specifico viene colato all'interno di fughe che sono già state saturate con inerti di dimensione variabile dai 2 ai 6 mm, andando così a rivestirli e legarli tra loro, così creando una fuga drenante ed elevata resistenza meccanica.

Applicazione

Preparazione del supporto di posa: le fughe da sigillare vanno preparate in modo da permettere un perfetto aggancio del resina e la sua completa e perfetta maturazione; vanno pertanto eliminate tutte quelle sostanze che potrebbero impedire l'adesione come olii, grassi, polveri, residui di collanti cementizi, etcc.

Trattamento del fondo: in genere non è necessario applicare alcun tipo di primer nella fessura; in ogni caso è opportuno che l'impresa interpelli il fornitore del prodotto, per averne conferma.

Preparazione dell'impasto: per una corretta esecuzione occorre obbligatoriamente posare i manufatti su ghiaino del tipo 3/6 mm; per ottenere un letto drenante intasare le fughe della pavimentazione con ghiaino pulito e ben asciutto di dimensione 2/4 ÷2/6 mm pulito e ben asciutto (contenuto d'acqua < 0.5% in peso), evitando l'uso di cemento o sabbia per non compromettere il risultato finale. Dopo aver compattato la pavimentazione in relazione al tipo di materiale, procedere alla stesa della resina per colato nei giunti con apposita attrezzatura e con una resa indicativa di 1 kg per mq; la resina penetrando in profondità andrà a costituire una struttura resistente ed elastica al tempo stesso indicata per superfici sollecitate da traffico pesante o da sensibili dilatazione termiche.

Pulizia della superficie: nel caso di sversamenti del prodotto esterni alla fuga, si dovrà velocemente pulire, rimuovendo prima il prodotto fuoriuscito, lavando poi la zona con specifico solvente.

Condizioni di utilizzo: In caso di umidità sulla pavimentazione o presenza di inerte non perfettamente asciutto e umidità in risalita, non procedere all'applicazione.

Regole generali di utilizzo: attenersi espressamente alle specifiche del produttore per quanto riguarda la temperatura ambiente minima durante le operazioni di posa, i tempi di maturazione prima dell'apertura al traffico, ore di protezione dalla pioggia dopo l'applicazione.
Documentazione tecnica da presentare: prima dell'inizio delle lavorazioni, l'impresa dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. la scheda tecnica del prodotto, atta a dimostrare la piena compatibilità con al tipologia di pavimentazione prevista.

5.4 – LAVORI VARI DI COMPLETAMENTO

ART. 86 - CORDONATE

Le cordonature dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente R_{ck} > 30 MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto esecutivo. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente R_{ck} ≥ 25 MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m^3 di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura. I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con R_{ck} = 30 MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa. I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa. I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice. Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini. Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0,5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m^3 di sabbia.
Nel caso di utilizzo di elementi in pietra queste saranno di pietre calcaree, granitiche o porfiriche, dure, resistenti, non friabili né soggette a scomporsi per l'azione di agenti atmosferici, lunghe non meno di 60 cm e delle dimensioni previste in progetto. Queste ultime saranno lavorate sulle facce in vista secondo le specifiche di progetto e bene connesse con malta cementizia. Dopo messe in opera verranno accuratamente cigliate.

5.5 - BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA

ART. 87 - BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI

Le barriere di sicurezza in acciaio varranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade secondo le disposizioni che impartirà la D.L. ed a norma della circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell'11 luglio 1987 (pubblicata sulla G.U. n. 182 del 6 agosto 1987) e ss.mm.), del D.M. 04.05.1990 e del D.M. 11.06.1999 e D.M. 21.06.2004.
Dovranno inoltre essere muniti della certificazione di conformità (Marchio CE) ai sensi della norma UNI EN 1317–5:2007 Barriere di sicurezza stradali.
Le barriere e i parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformità pressoché costante in qualsiasi punto, ed essere omologate per il livello di contenimento richiesto.

1. **Caratteristiche delle barriere in acciaio**: La barriera sarà costituita da un serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad un'altezza non inferiore a cm 75 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia un distacco non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.
Le fasce saranno costituite da nastri metallici, eventi: spessore minimo di mm 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a cm^3 25.
Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm. 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm. 5,00, lunghezza non inferiore a m. 1,65 per le barriere centrali e m. 1,95 per quelle laterali.
I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici.
I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m. 0,95 per le barriere centrali e m. 1,70 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m. 3,60.
La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interesse dei sostegni.
In casi speciali, quali zone rocciose od altro, su richiesta dell'impresa e con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente R_{ck} = 25N/mm^2 delle dimensioni e armature metalliche fissate dalla Direzione Lavori.
Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.
Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.
I distanziatori avranno: altezza di cm. 30; profondità non inferiore a cm. 15; spessore minimo di mm 2,5, salvo l'adozione in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".
I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm. 45x100 e di spessore mm. 4.
Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore S275JR (ex Fe 430), zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m^2 per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.
I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.
Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire l'installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.
Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.
Le barriere da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza nelle stesse sezioni trasversali.
Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.
Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).
Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffico centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali e ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzione strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.
Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivo rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.
In proposito si fa presente che potrà essere richiesta anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di offerta.

2. **Caratteristiche dei parapetti metallici**: I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere aventi descritte, e cioè da una serie di sostegni in profilato metallico, da un fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.
   I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevare, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. 14.01.2008 (punto 5).
   I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14.01.2008, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali.
   I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore, reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.
   L'interasse dei sostegni è indicato nella corrispondente voce di Elenco.
   La Direzione dei Lavori si riserva comunque di fornire, per ogni singolo manufatto, un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto cui l'impresa dovrà attenersi.
   I sostegni saranno di norma alloggiati, per l'occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni della D.L..
   I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate dalla D.L. così pure il ripristino delle superfici manomesse.
   La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita anche se l'interesse dei sostegni risulterà inferiore.
   Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.
   Tutte le parti metalliche, dei parapetti, dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore S325JR (ex Fe 360) ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.
   Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.
3. **Prove statiche sulle barriere in acciaio**: Tutti i campioni, da sottoporre alle prove di seguito descritte, dovranno essere approntati secondo le modalità contenute nella circolare n. 54 del 12 gennaio 1967 della Direzione Generale dell'A.N.A.S. - Centro Sperimentale Stradale.
   Dalle prove suddette dovrà risultare quanto segue:
   a) La fascia dovrà resistere in ogni sezione, sia nel tratto continuo che in corrispondenza di una giunzione fra due successivi pezzi di fascia, ad uno sforzo di trazione di 40 tonnellate.
      La fascia semplicemente appoggiata, con interesse degli appoggi uguale a m 3,66 con la faccia esposta al traffico rivolta in atto e caricata al centro a mezzo di massello di legno duro piano, avente l'altezza della fascia e la larghezza di cm 10, deve presentare le seguenti frecce sotto i carichi appresso indicati:
      - freccia massima totale di cm 5 sotto carico di Kg 900;
      - freccia massima totale di cm 9 per un carico di Kg 1.300.

      I predetti valori dovranno essere riscontrati sia per un pezzo intero della fascia sia per due pezzi di fascia aventi un giunto al centro.
      La fascia dovrà essere verificata anche con la faccia esposta al traffico rivolta in basso con le modalità di cui sopra e dovrà presentare le frecce massime precedentemente indicate, ma con carichi ridotti del 50%.
   b) Il sostegno incastrato al piede ed assoggettato ad una forza orizzontale applicata all'altezza dell'asse della fascia, dovrà presentare le seguenti frecce:
      - freccia massima totale di cm 9 con una forza di Kg 3.500 orizzontale normale all'asse della carreggiata;
      - freccia massima totale di cm 9 con un forza di Kg 2.500 orizzontale parallela all'asse della carreggiata.

c) Il collegamento fra la fascia ed il sostegno dovrà resistere senza rompersi ad una forza di Kg 2.500 applicata in qualunque direzione.
Per il distanziatore è ammessa una deformazione massima totale di cm 4 sotto un carico di Kg 3.500 applicato alla direzione normale alla fascia.
Deformazione e carico sono rispettivamente misurati ed applicati in corrispondenza dell'asse della fascia.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà dì richiedere qualunque altro elemento o prova che ritenesse necessario per meglio individuare il funzionamento della barriera, nonché la facoltà di sottoporre i materiali a qualsiasi altra prova presso Laboratori Ufficiali.
Nel caso che i materiali non dessero, alle prove, i requisiti richiesti, l'impresa sarà tenuta ad allontanare i materiali approvvigionati ed eventualmente posti in opera sostituendoli con altri aventi i requisiti fissati dalle presenti Norme Tecniche.
Nulla spetterà all'impresa per gli oneri sostenuti al riguardo.

4. **Alla conclusione dei lavori** il responsabile tecnico della ditta installatrice dovrà sottoporre alla D.L. il **certificato di corretta installazione della barriera stradale**, allegando allo stesso:
- il manuale per l'installazione del dispositivo in oggetto;
- il documento "Caratteristiche dei materiali della barriera ……"
- la dichiarazione di conformità del prodotto da parte del produttore alle relative specifiche tecniche;
- planimetria con indicate le barriere impiegate e relative tipologie.

5.6 - SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

ART. 88 - IDROCANCELLAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

La cancellazione della segnaletica orizzontale, sia temporanea che permanente, dovrà avvenire mediante l'asportazione della vernice, del materiale termoplastico e/o del laminato elastoplastico, da eseguirsi in tratti continui o discontinui, con l'utilizzo di idonei macchianti capaci di erogare getti d'acqua ad altissima pressione, senza danneggiare la pavimentazione in conglomerato bituminoso; contestualmente dovrà essere eseguita l'aspirazione dei residui di lavorazione.
A fine dell'intervento, il fondo stradale dovrà risultare perfettamente pulito e pronto per il tracciamento della nuova segnaletica orizzontale.
La macchina dovrà essere dotata di:

- gruppo pompa a pistoni di circa 2.500 bar a funzionamento autonomo mediante motore diesel;
- cisterna con capienza complessiva di circa 8.000 litri tali da garantire un'autonomia lavorativa di circa 6 ore.

L'attrezzatura impiegata dovrà inoltre garantire una produzione di cancellatura della segnaletica orizzontale pari a:

- circa 700 m/ora di segnaletica in vernice;
- circa 400 m/ora in termospruzzato plastico.

ART. 89 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

1. **Preparazioni**: Le superfici interessate dalla stesa della segnaletica orizzontale dovranno essere preventivamente ed accuratamente pulite, in modo tale da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati; è vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.
L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.
2. **Accertamenti preliminari e durante il corso dei lavori**: L'appaltatore dovrà depositare, prima dell'inizio dei lavori, presso un deposito eventualmente, indicato dalla Direzione dei Lavori, il quantitativo di prodotto necessario per l'esecuzione della segnaletica orizzontale.
Durante l'esecuzione dei lavori l'impresa effettuerà prelievi giornalieri, dal deposito, del materiale da impiegare nel giorno stesso.

Il materiale di cui trattasi dovrà essere consegnato presso il deposito indicato direttamente dall'impresa e non tramite corriere, con regolare bolla di accompagno e previ accordi con la D.L..

3. **Generalità**: La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.
I bordi delle strisce, linee arresto, zebrature, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.
Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

3.1 **Prove ed accertamenti**: Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche, dalla quale dovranno risultare peso per litro a 25 gradi C, il tempo di essiccazione, viscosità, percentuale di pigmento, percentuale di non volatile, peso di cromato di piombo o del biossido di titanio per altro di pittura gialla o bianca rispettivamente percentuale in peso delle sfere e percentuale di sfere rotonde, tipo di solvente da usarsi per diluire e quantità raccomandata l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.
Le pitture acquistate dovranno soddisfare i requisiti esplicitamente elencati nel successivo paragrafo 2 ed essere conformi alla dichiarazione delle caratteristiche fornite al venditore entro le tolleranze appresso indicate.
Qualora la vernice non risulta conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre al fornitore la sostituzione a sua cura e spese, comprese quelle di maneggiamento e trasporto con altra vernice idonea.
Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superanti le quali verrà rifiutata la vernice:

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro limiti previsti;
- peso per litro: chilogrammi 0,03 in più od in meno di quanto indicato dalla norma.

Nessuna tolleranza è invece ammessa per il tempo di essicazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

3.2 **Caratteristiche generali delle vernici**: La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

a) Condizioni di stabilità. - Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.
Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica: il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.
La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta ne diventare gelatinosa od inspessirsi.
La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, ance se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.
Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2÷1,5 m^2/kg. (ASTM D 1738) ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25 gradi C (ASTM D 1473).

b) Caratteristiche delle sfere di vetro. - Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.
L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 usando per la determinazione il metodo della immersione con luce al tungsteno.
Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzione acide saponate a pH 5÷5.3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e sodio.
La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.
Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

Setaccio ASTM	% in peso
perline passanti per il setaccio n. 70	100%
perline passanti per il setaccio n. 140	15 - 55%
perline passanti per il setaccio n. 230	0 - 10%

c) Idoneità di applicazione. - La vernice dovrà essere adottata per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.
Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

d) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento. - La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a chilogrammi 0,100 per metro lineare di striscia larga cm. 12 e di chilogrammo 1,00 per superfici variabili di m^2. 1,3÷1,4. In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 gradi C. e 40 gradi C. e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30÷45 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le Norme ASTM D/711-35.

e) Viscosità. - La vernice, nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo stormer viscosimiter a 25 gradi C espressa in umidità krebs sarà compresa tra 70 e 50 (ASTM D 562).

f) Colore. - La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.
La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.
Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione appaltante, in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

g) Veicolo - Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

h) Contenuto di pigmento - Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 20% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 22% in peso.

i) Resistenza ai lubrificanti e carburanti. - La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

1) Prova di rugosità su strada - Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.
Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture. in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35.

La valutazione delle strisce longitudinali sarà effettuata a metro lineare in base allo sviluppo effettivo secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco. La valutazione delle zebrature, linee di arresto e simili sarà effettuata a metro quadrato, in base allo sviluppo effettivo della superficie verniciata e secondo quanto indicato nei singoli articoli di Elenco.
La valutazione delle scritte a terra sarà effettuata in base alle relative voci di Elenco.

ART. 90 - SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Nuovo codice della Strada approvato con D.L.vo. 30.04.1992 n. 285 e ss.mm. e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992 N. 495 e ss.mm..
Le prescrizioni tecniche relative alle pellicole rifrangenti si intendono soddisfatte qualora i materiali forniti dalla ditta produttrice risultino sopportare, con esito positivo, tutte le analisi e prove di laboratorio che devono essere chiaramente specificate nelle relative certificazioni.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'appaltatore, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora.

1. **Pannello segnaletico**: I segnali dovranno essere in alluminio spessore 25/10 con pellicola riflettente omologata della classe 1 e classe 2 ai sensi dell'art. 30 del D.M. n. 156 dd. 27.04.1990 e con le caratteristiche specificate nel Disciplinare Tecnico dd. 23.06.1990 nonché, in conformità a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.Lgs. 30.04.1992 n. 285 e relativo Regolamento di esecuzione D.P.R. 16.12.92 n. 495.
   Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola. Tutti i segnali porteranno sul retro gli attacchi speciali per l'ancoraggio ai sostegni.
   La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di passivazione effettuato mediante polifosfatazione organica o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.
   Il segnale e la scatolatura verranno rifiniti sulle due facce con colore grigio neutro con speciale smalto sintetico come da art. 77 del regolamento D.P.R. 16.01 2.92 n. 495.
   Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard adatto a sostegni tubolari aventi diametro di mm. 60 (0.90 per le maggiori dimensioni), composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm. 12 saldate e da rinforzi a omega della lunghezza di cm. 50 per l'attacco inferiore.
   Le controstaffe per l'ancoraggio dovranno essere del tipo a 3 bulloni in acciaio zincato dello spessore di mm. 3÷4 complete di bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati.
   Per i segnali di cantiere temporanei si dovrà fornire unitamente alle tabelle il relativo cavalletto a treppiede metallico costruito in maniera robusta in ferro piatto pieno e non in lamiera stampata con asta di blocco dei piedi onde evitare la completa apertura degli stessi.
2. **Pellicole**: La pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale a “pezzo unico”, intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomata secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico.
   La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.
   le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutta l'azione combinata della depressione e del calore.
   Le pellicole retroriflettenti autoadesive dovranno essere applicate con tecniche che garantiscono che la pressione necessaria all'adesione delle pellicole sul supporto sia stata esercitata in maniera uniforme sull'intera superficie del segnale.
   Comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole catarifrangenti.
   Tutti i segnali dovranno pervenire in Cantiere con la faccia a vista protetta dalla carta speciale usata per l'applicazione a vacuum.
   Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi dimensioni e misure prescritte dal D.M. 27.04.1990 n. 156 e dal disciplinare Tecnico approvato con D.M. 23.06.1990 nonché dal D.P.R. 16.12.92 n. 495.
   I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali, dovranno essere della migliore qualità di commercio.

2.1. **Definizioni:**

- PELLICOLA DI CLASSE 1
  A normale risposta luminosa con durata di 7 anni.
  Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti nella tabella II e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio-ambientali.
  Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.
- PELLICOLA DI CLASSE 2
  Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni.
  Il coefficiente areico di intensità luminosa dove rispondere ai valori minimi prescritti nella Tabella III di seguito riportata e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno di condizioni medio-ambientali.

Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

2.2. **Caratteristiche colorimetriche e fotometriche:**

- COORDINATE TRICROMATICHE E FATTORE DI LUMINANZA
  Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nella segnalazione stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tabella I.

Tabella I - Coordinate tricometriche e fatture di luminanza per le pellicole di classe 1 e 2

COLORE	Coordinate dei quattro punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0)					Fattore di luminanza β	
						Pellicole	
		1	2	3	4	Classe 1	Classe 2
Bianco	X	0,350	0,300	0,285	0,335	≥ 0,35	≥ 0,27
	Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Giallo	X	0,545	0,487	0,427	0,465	≥ 0,27	≥ 0,16
	Y	0,454	0,423	0,483	0,534		
Rosso	X	0,690	0,595	0,569	0,655	≥ 0,03	
	Y	0,310	0,315	0,341	0,345		
Verde	X	0,007	0,248	0,177	0,026	≥ 0,03	
	Y	0,703	0,409	0,362	0,399		
Blu	X	0,078	0,150	0,210	0,137	≥ 0,01	
	Y	0,171	0,220	0,160	0,038		
Arancio	X	0,610	0,535	0,506	0,570	≥ 0,15	
	Y	0,390	0,375	0,404	0,429		
Marrone	X	0,445	0,523	0,479	0,558	0,03 ≤ β ≤ 0,09	
	Y	0,397	0,429	0,373	0,394		
Grigio	X	0,350	0,300	0,285	0,335	0,12 ≤ β ≤ 0,18	
	Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Nero	X	-	-	-	-	≤ 0,03	
	Y	-	-	-	-		

- COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA
  - Prescrizioni:
  Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tabella II per le pellicole retroriflettenti di classe 1 e nella tabella III per le pellicole retroriflettenti di classe 2. Per i colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore al 70% dei valori minimi indicati per i colori di riferimento riportati nella seguente tabella:

Tabella II - Pellicole di classe 1 a normale risposta luminosa

Angoli		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd x lux $^{-1}$ x m $^{-2}$)						
di divergenza α	di illuminazione β_1(β_2=0)	bianco	giallo	rosso	verde	blu	marrone	arancio
12’	5°	70,0	50,0	14,5	9,0	5,0	1,0	25,0
	30°	30,0	22,0	6,0	3,5	1,7	0,3	10,0
	40°	10,0	7,0	2,0	1,5	0,5	0,1	2,2
20’	5°	50,0	35,0	10,0	7,0	2,0	0,6	20,0
	30°	24,0	16,0	4,0	3,0	1,0	0,2	8,0
	40°	9,0	6,0	1,8	1,2	0,1	0,1	2,2
2’	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,1	0,1	1,2
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,5
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1

Tabella III - Pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa

Angoli		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa (cd x lux $^{-1}$ x m $^{-2}$)						
di divergenza α	di illuminazione β_1(β_2=0)	bianco	giallo	rosso	Verde	blu	marrone	arancio
12’	5°	250,0	170,0	45,0	45,0	20,0	12,0	100,0
	30°	150,0	100,0	25,0	25,0	11,0	8,5	60,0
	40°	110,0	70,0	15,0	12,0	8,0	5,0	29,0
20’	5°	180,0	120,0	25,0	21,0	14,0	8,0	65,0
	30°	100,0	70,0	14,0	12,0	8,0	5,0	40,0
	40°	95,0	60,0	13,0	11,0	7,0	3,0	20,0
2’	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,2	0,2	1,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,1	1,0
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	0,1	1,0

- Metodologia di prova:

La misurazione del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n. 54 con illuminante normalizzato A (2856K). Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione d/2
- la misura dell'illuminamento E/1 in corrispondenza del campione
- la misura dell'illuminamento Er su rilevatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione: I = Er - d²

La verifica del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti ad invecchiamento artificiale, alla resistenza alla nebbia salina, ed alla resistenza ai carburanti.

3. **Caratteristiche e qualità dei sostegni**: I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di km/h 150, pari ad una pressione dinamica di 140 kg/m² (Circ. 18591/1978 del Servizio Tecnico Centrale del Min. dei LL.PP. relativa al D.M. del 03.10.1978).
Le fondazioni in conglomerato cementizio dovranno essere gettate in opera e dimensionate per gli sforzi derivanti dalla spinta sopra indicata.
L'impresa rimarrà pertanto unica e sola responsabile in qualsiasi momento della stabilità dei segnali sia su pali che su portali, sollevando da tale responsabilità sia l'amministrazione che i suoi Funzionari da danni che potessero derivare a cose o persone.

3.1. **Sostegni a palo**: I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali), saranno in acciaio tubolare del diametro 60 e 90 mm. aventi rispettivamente spesso mm. 3 e mm. 3,2 e previo decapaggio del grezzo dovranno essere zincati a caldo secondo le norme U.N.I. 5101 e ASTM 123 e non verniciati.
Previo pareri della Direzione Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8; mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli di maggiore superficie.
I pali di sostegno e controvento saranno chiusi alla sommità con tappo di plastica ed avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio.
I sostegni dei segnali verticali (esclusi i portali) dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno.
I sostegni saranno completi di tutte le staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.
I sostegni (mensole) per i segnali da fissare a parete saranno costituiti da barre in acciaio zincato con sezioni ad “U” fornite in spezzoni da mm. 4,00.
I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio potranno essere richiesti dalla Direzione Lavori anche in acciaio zincato a caldo (secondo la norma ASTM 123) con profilo ad “IPE” dimensionati per resistere ad una spinta di kg/m² 140 ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio U.N.I 3569 - T-V 16 dell'altezza di mm. 40.

3.2. **Sostegno a portale**: I sostegni a portale del tipo a “bandiera", a “farfalla” o a “cavalletto”, saranno costituiti in tubolari di acciaio AQ 42 sezione quadra o rettangolare interamente zincati a caldo (norme U.N.I e ASTM 123) non verniciati.
L'altezza del ritto sarà tale da consentire l'installazione di targhe ad un'altezza di 5,50 ml. dal bordo inferiore al piano visibile.

La traversa preferibilmente per i tre tipi di portale, sarà monotrave con montanti leggeri per il fissaggio delle targhe.
I portali saranno ancorati al terreno mediante un dado di fondazione in calcestruzzo idoneamente dimensionato ed eventualmente sottofondo secondo le caratteristiche del terreno, più piastra di base e tirafondi.
I calcoli di stabilità dei portali, sia per la struttura che per le fondazioni, sono a cura e spese dell'impresa, che rimane unica e sola responsabile, e dovranno essere redatti secondo le norme vigenti (D.M. del 14.01.2008) per garantire la completa stabilità della struttura in presenza di una pressione dinamica di 140 kg/m^2 e velocità del vento pari a 150 Km/h.

4. **Fondazioni e posa in opera**: La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm. 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio dosato a kg. 250 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.
   Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.
   Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'appaltatore tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h.
   Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.
   L'Appaltatore dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.
   I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizionare agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla D.L..
   Il giudizio sull'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla D.L. e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Appaltatore ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.
   La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco. Qualora le targhe di indicazione o di preavviso vengano realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo presso ai singoli pannelli.
   Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti. Nel caso di fornitura non regolamentare, questa non sarà accreditata e l'appaltatore è obbligato a sostituirla con altra regolamentare.
   La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, metro lineare o a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
5. **Iscrizioni**: Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante nonché l'anno di fabbricazione del cartello e l'ente proprietario della strada.
   Il complesso di tali iscrizioni, dovrà occupare una superficie inferiore di cmq. 200 secondo quanto disposto dall'art. 77 comma 2 del D.P.R. 16.12.1992 n. 495 e ss.mm..
6. **Delineatori normali di margine**: Dovrà essere di colore, caratteristiche fisiche e chimiche come riportato nell'art. 173 del D.P.R. n. 495 di data 16.12.1992 e ss.mm. e dovranno essere posizionati all'altezza fuori terra di 105 cm e infissi nel terreno con zoccolo di calcestruzzo R_{ck} 25 N/mm^2 delle dimensioni di cm. 25x25x25.

6. IMPIANTI

6.1 – IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PREDISPOSIZIONE (cavidotti, pozzetti, plinti, canaline)

ART. 91 - TUBAZIONI

1. **Posa in opera di tubi in PVC**
   I tubi in PVC, del tipo flessibile a doppia parete resistenza allo schiacciamento non inferiore a 450/750N, dovranno essere posti in opera su sottofondo in sabbia o in calcestruzzo, secondo le prescrizioni; il fondo dei tubi dovrà essere disposto secondo le livellette prescritte. La giunzione dei tubi a bicchiere verrà effettuata mettendo gli appositi anelli di elastomero preventivamente lubrificati con acqua saponosa. Questi dovranno essere forniti dal fabbricante del tubi e dovranno avere qualità e dimensioni tali da assicurare la permanente tenuta del giunto stesso.
   Compiute le giunzioni per in tratto di condotta, si verificherà nuovamente le regolare collocazione planimetrica ed altimetrica di tutti i tubi formanti il tratto stesso, dopo che la tubazione verrà completamente rivestita con sabbia e con calcestruzzo, secondo le prescrizioni, avendo cura di effettuare il riempimento con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo.
   Le camerette d'ispezione dovranno essere realizzate in cemento armato con l'impiego di fondello in poliestere rinforzato completo di giunti a tenuta orientati secondo le pendenze e le deviazioni planimetriche.
   Il rinterro si farà dapprima a mano con terra crivellata o materiale fino, disposto a strati ben battuti fino a circa 50 cm al di sopra del tubo; dopo potrà essere eseguito a macchina impiegando la terra di scavo, essa pure, a regolare strati battuti a regola d'arte.
   Qualora si procedesse al reinterro di una condotta previo assenso della D.L. l'Assuntore sarà tenuto a scoprirla onde permettere le necessarie verifiche.
   Si avrà cura di mantenere chiuso l'ultimo tubo messo in opera, mediante idoneo tappo per impedire l'introduzione di corpi estranei nella condotta.
   Dei cedimenti e delle rotture che si verificassero in queste condotte prime del loro collaudo, sarà tenuto responsabile l'Assuntore che è obbligato al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al risarcimento dei danni derivanti all'Amministrazione appaltante o a terzi.
2. **Plinti prefabbricati**
   Sono costituiti da manufatti in calcestruzzo vibrato (C 35/45) ed armatura in ferro tondino B450C e dotati di alloggiamento per palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica.
   Il manufatto andrà posato su uno strato di magrone di livellamento; il riempimento della sezione cava attorno al plinto andrà fatto con sabbia ben costipata.
   Per il riempimento dell'alloggiamento del palo si farà uso di malte cementizie espansive, tenendo in ogni caso conto delle prescrizioni del fornitore.
   Ai fini della sua accettazione, l'impresa dovrà fornire alla D.L.
   - certificazione secondo il D.M. 14.01.2008 rilasciata dal fornitore;
   - dichiarazione di prestazione a norma del Regolamento (UE) n. 305/2011.
3. **Tubi protettivi – Cassette di derivazione – Cavi sospesi**
   I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti o in vista, devono essere sempre protetti meccanicamente.
   Dette protezione possono essere: tubazioni, canalette portacavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.
   I cavi posati su tubi o condotti devono risultare sempre reinfilabili; quello posati in canali, su passerella o entro vani devono poter essere sempre rimossi o sostituiti.
   Nei tubi e condotti non devono esserci giunzioni e morsetti.
   I cavi sospesi devono essere agganciati a fune di acciaio zincato del diametro non inferiore a mm 5 ed i collegamenti fra detta fune a gli occhioli fissi nei muri, devono essere fatti con interposti sistemi a morsetto a vite od altro preventivamente approvati dalla D.L.. La sospensione dei cavi alla fune di acciaio verrà eseguita mediante apposite fascette in lamiera di zinco distanti circa 20÷25 l'una dall'altra. L'ancoraggio degli occhioli sulle pareti delle case deve essere eseguito a mezzo di adatti

ganci in ferro da inserire nella muratura. Il lavoro di ripristino della muratura, dell'intonaco e delle tinte, sarà a carico dell'Appaltatore ed è compreso forfettariamente nei prezzi unitari dei singoli lavori.

ART. 92 - POZZETTI PREFABBRICATI

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc. Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità. 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 devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione. Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma DIN 4034.

ART. 93 - POZZETTI REALIZZATI IN OPERA

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato. Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo. Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m^3 di impasto per il fondo e a 300 kg per m^3 per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m^3. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi. La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati. I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori. L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Φ 8 mm/m e 3 Φ 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

ART. 94 - POSA IN OPERA DEI CHIUSINI

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata, verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m^3 di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.
Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessaria 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 400 kg di cemento tipo 425 per m^3 di 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 telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci. Il telaio sarà quindi fissato alla soletta mediante 4 bulloni ad espansione in acciaio.
Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita saranno asportati.
Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.
I chiusini 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 dei chiusini, dovranno

essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

6.2 – IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE (linee, quadri, apparecchiature)

ART. 95 – PRESCRIZIONI TECNICHE: CABINE E QUADRI

1. **Impianti elettrici**
   Tutti i materiali elettrici e le apparecchiature da installare debbono corrispondere alle vigenti "norme" del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.). Dovranno essere rispettati di dettami di cui al D.P.R. 21 giugno 1968 n. 1062.
   Il tipo e la forma di materiali e delle apparecchiature deve essere uniforme, in modo da consentire l'intercambiabilità e quindi debbono corrispondere alle norme della unificazione nel campo elettrotecnico (U.N.E.L.).
   Si avrà cura di mantenere chiuso l'ultimo tubo in messo in opera, mediante idoneo tappo, per impedire l'introduzione di corpi estranei nella condotta.
   Dei cedimenti e delle rotture che si verificassero in queste condotte prima del loro collaudo, sarà tenuto responsabile l'Assuntore che è obbligato al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al risarcimento dei danno derivanti all'Amministrazione appaltante o a terzi.
   In corrispondenza delle camerette d'ispezione saranno predisposti i pezzi speciali previsti nei disegni tipo.
2. **Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti**
   Gli impianti elettrici devono essere calcolati per la potenza impegnata: si intende quindi che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere sono riferite alla potenza impegnata.
3. **Misure di sicurezza e protezione**
   All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore generale onnipolare.
   Negli impianti in derivazione devono essere installati adeguati dispositivi di protezione contro i corto-circuiti all'inizio dell'impianto e, dove necessario, anche lungo l'impianto: tali impianti si considerano non soggetti a sovraccarico.
   Gli impianti devono essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione (protezione contro i contatti diretti).
   Gli elementi di protezione smontabili ed accessibili al pubblico devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o attrezzi speciali.
4. **Materiali ed apparecchiature**
   Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono in particolare resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.
   I materiali conduttori da usarsi nei cavi, fatta eccezione per i conduttori aventi funzione portante, devono essere il rame o l'alluminio. La giunzione dei due metalli non deve dare origine a fenomeni di corrosione.
   Agli effetti della protezione contro i contatti indiretti la classe degli apparecchi di illuminazione è scelta in funzione del gruppo a cui appartiene l'impianto. I componenti dell'impianto devono avere adeguato livello di isolamento verso terra.
   Le apparecchiature da disporre nei quadri di comando dovranno essere di primaria ditta e sottoposte all'approvazione della D.L., la quale potrà escludere a suo insindacabile giudizio le apparecchiature prodotte da ditte che non diano sufficienti garanzie. Esse dovranno essere conformi alle corrispondenti norme C.E.I.
5. **Esame a vista**
   Deve essere eseguita una 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. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in

modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza. Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere, presenza di adeguati di sezionamento e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezione, collegamenti dei conduttori. Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

6. **Quadri di comando**
   Le apparecchiature da disporre nei quadri di comando dovranno essere di primaria ditta e sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà escludere a suo insindacabile giudizio, le apparecchiature prodotte da ditte che non diano sufficienti garanzie. Esse dovranno essere conformi alle corrispondenti norme C.E.I..

ART. 96 – PRESCRIZIONI TECNICHE: LINEE ELETTRICHE

1. **Isolamenti dei cavi**
   I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria, così pure quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando, devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale non inferiori ai limiti previsti dalla vigente normativa. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo - condotto o canale, con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.
2. **Colori distintivi dei cavi**
   I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.
3. **Sezioni minime e caduta di tensione massime ammesse**
   Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate.
   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.
4. **Conduttori di terra e protezioni**
   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, non devono essere inferiori a quella indicata nella tabella tratta dalle vigenti norme C.E.I. I sostegni dei corpi illuminanti saranno collegati ad un proprio dispersore a puntazza in acciaio zincato di tipo normalizzato alloggiato in pozzetto ispezionabile. Se in casi particolari fosse richiesta la protezione contro le scariche atmosferiche ci si dovrà attenere alle norme C.E.I. in vigore relative a detta protezione.
5. **Resistenza di isolamento**
   Per tutte le parti di impianto comprese fra due fusibili o interruttori automatici successivi o poste a valle dell'ultimo fusibile o interruttore automatico, la resistenza di isolamento verso terra o fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non deve essere inferiore a:
   - 500.000 ohm per i sistemi a tensione nominale verso terra superiore a 50 V.
6. **Protezioni delle condutture**
   I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme C.E.I. 64-8.
   Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire nel conduttore protetto non si raggiungono temperature pericolose.
   Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

7. Protezioni contro i contatti diretti

a) Protezione totale mediante isolamento della parti attive.

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con isolamento che ne impedisca il contatto e possa essere rimosso solo mediante distruzione ed in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici cui può essere soggetto nell'esercizio. Vernici, smalti e simili da soli non sono in genere considerati idonei.

b) Protezione totale mediante involucri.

Le parti attive devono essere racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurano almeno il grado di protezione IP2X o IP4X nel caso di superfici di involucri o barriere orizzontali se a portata di mani.

Quando sia necessario, per ragioni di esercizio, aprire gli involucri si deve seguire una delle seguenti disposizioni:

- uso di un attrezzo o una chiave se in esemplare unico ed affidata a personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive mediante apertura con interblocco;
- interposizione di barriere o schemi che garantiscano un grado di protezione IP2X.

8. Verifica del tipo di dimensionamento dei componenti e della 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 alla caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionati.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento si 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.

9. Verifica della sfilabilità dei cavi

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto del tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una larghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. A questa verifica si aggiungono anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

10. Misure della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125 V nel caso di misura su parti di impianto di categoria O, oppure su parti si impianto alimentare a bassissima tensione di sicurezza; circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di 1ª categoria. La misura si deve effettuare fra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti: la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

11. Misura della caduta di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto dell'impianto ed il punto scelto per la prova: si inseriscono un voltometro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione). Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltometri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale che non deve essere superiore al 4%.

12. Verifica delle protezioni contro i cortrocircuiti ed 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.

13. Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Gli impianti elettrici oggetto della presente dovranno essere realizzati con componenti in classe di isolamento doppia. Dovranno essere verificati lo stato degli isolamento e degli involucri in modo da verificarne l'effettiva tenuta secondo i dati di targa.

14. Posa di conduttori in cavo

Le morsetterie da montare all'interno dei pali dovranno essere del tipo "omicron" o similari: la portina di ispezione dovrà essere in metallo o resina rinforzata, con basetta portamorsetti in porcellana o stearite con portafusibili, dovrà avere il bordo inferiore ad almeno 600 mm. al di sopra del livello del suolo.

I cavi da usare sono del tipo FG70R-06/1 KV sotto guaina protettiva C.E.I. 20-13/1965 e varianti tab. UNEL 35355-75 e dovranno essere muniti del marchio I.M.Q..

Essi dovranno essere interrati ad una profondità minima di cm 50 sotto il piano stradale, entro idonei tubi protettivi.

Durante la posa dei cavi l'Appaltatore è tenuto ad evitare piegature, ammaccature, raschiature, rigature e stiramenti della guaina. E' vietato incorporare i cavi anche per brevi tratti, direttamente nelle murature: gli attraversamenti di strutture murarie vanno esclusivamente effettuati previa posa di idonee tubazioni di protezione. La trazione del cavo di regola eseguita a mano distribuendo opportunamente il tiro; è concesso l'uso dei mezzi meccanici solo previo di benestare della Direzione Lavori.

Poichè le opere oggetto dell'appalto saranno eseguite anche in prossimità di linee e cavi di tensione, l'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni dettate dalle leggi e norme vigenti alla sicurezza sul lavoro ed alla integrità degli impianti dei esercizio per la distribuzione dell'energia elettrica, del gas, dell'acqua e per gli impianti di telecomunicazione.

Ove richiesto deve essere eseguito un manufatto formato da una platea dello spessore di cm 10 convenientemente armato nei punti in cui il fondo dello scavo non dia sufficienti garanzie di stabilità. La gettata di calcestruzzo lateralmente e superiormente al fascio di tubi deve avere uno spessore di almeno 5 cm: nella parte superiore il manufatto va formato a spiovente.

I cavi sospesi devono essere agganciati a fune di acciaio zincato, del diametro non inferiore a mm 5 ed i collegamenti tra detta fune e gli occhioli fissi nei muri devono essere fatti con interposte apposite redance con morsetti a vite e con altro sistema sulla cui adozione dovrà però essere interpellata la Direzioni Lavori.

La sospensione dei cavi alla fune di acciaio verrà eseguita mediante apposite fascette in lamiera di zinco, distanti 20÷25 cm l'una dall'altra.

L'ancoraggio degli occhioli sulle pareti delle case deve essere eseguito a mezzo di adatti ganci in ferro da inserire nella muratura. Il lavoro di ripristino della muratura dell'intonaco e delle tinte, sarà a carico dell'Appaltatore ed è compreso forfettariamente nei prezzi unitari dei singoli lavori.

Ad opere ultimate l'Appaltatore deve provvedere con mezzi e personale propri all'ispezione ed alla pulizia delle tubazioni.

ART. 97 – PRESCRIZIONI TECNICHE: SISTEMI ILLUMINANTI

1. Caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- apparecchi per illuminazione stradale
  - "chiusi" (con coppa o rifrattore)
    vano ottico = IP66
    vano ausiliari = IP66

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:

- CEI 34-21 fascicolo n. 1034 Novembre 1987 e relative varianti;
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 Luglio 1986 e relative varianti" proiettori per illuminazione";
- CEI 34-33 fascicolo n. 803 Dicembre 1986 e relative varianti" apparecchi per illuminazione stradale".

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.
I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.
In particolare gli apparecchi di illuminazione dovranno soddisfare le richieste del D.M. 23.12.2013 e del successivo D.M. 21.07.2014, affinché le fonti luminose presentano una prestazione energetica minima prevista da tali decreti.
Gli apparecchi d'illuminazione impiegati per illuminazione stradale in installazioni a lato della strada devono avere, oltre alla marcatura CE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP43
Spread	35° ≤ γ90°≤ 60°
Throw	55° ≤ γ max ≤ 70°
SLI	> 4
Classe intensità luminosa	> G3

il soddisfacimento delle caratteristiche di cui sopra deve essere verificato tramite mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante o una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme EN 13032 e UNI 11356 e s. m. e i., più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un laboratorio di prova accreditato o da un laboratorio operante sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, e consenta di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della marcatura CE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547 e s. m. e i. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1 & EN 61347-2-13 & EN 62384 e s. m. e i.).
Il possesso di certificazione ENEC emessa da un ente terzo indipendente costituisce mezzo di presunzione di conformità.
Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.
L'Appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.
Gli apparecchi di illuminazione saranno, come già precisato, in Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

2. Pali di sostegno

I pali per illuminazione devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.
È previsto l'impiego di pali d'acciaio di tipo artistico di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR-UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85.
Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati negli elaborati di progetto.
Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali dei fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura.
Le serie di fori dovranno essere poste alla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX dei tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI 6900/71.
Nei pali dovranno essere praticate numero due asole aventi le seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;

- una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 x 75 mm, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra dei livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.
Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6 (1968).
Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.
Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cimapalo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni di progetto.
Il rizzamento dei sostegni deve essere eseguito curando che, ove sia richiesto, essi risultino allineati; le responsabilità di tale allineamento e della loro perfetta verticalità è in ogni caso dell'Appaltatore.
L'introduzione dei sostegni nel blocchi di fondazione precostituiti deve avvenire dopo che il calcestruzzo abbia raggiunto un sufficiente indurimento. L'interstizio fra palo e blocco va riempito di norma con sabbia molto fine ed umida, il più possibile costipata: superiormente per un'altezza di cm 10, deve essere effettuata la sigillatura con malta di cemento, previa rimozione dei cunei di legno impiegati per ottenere le verticalità dei pali.
Le parti dei sostegni metallici eventualmente a contatto con il terreno devono essere protette mediante collari di calcestruzzo, nastratura anticorrosiva o altri metodi equivalenti fino al massimo di 30 cm. sopra il piano di campagna, conformemente alle disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

6.3 – IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

ART. 98 – APPARECCHIATURE IDRAULICHE: POMPE SOLLEVAMENTO

I tipi di apparecchi ed accessori da adottare dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori ed essere conformi alle norme ISO 7259-88, UNI 10269-95; EN 593, EN 1074:01-02 EN 558:01 S14, EN 1092 e EN 12266.
In ogni caso le singole apparecchiature dovranno possedere le caratteristiche di seguito riportate.

<u>Valvola di intercettazione a farfalla</u>
Utilizzata quale sezionatrice di linea. In esecuzione flangiata con dimensioni e foratura secondo EN 593 e EN 1092:2. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti:
- corpo, disco e flangia posteriore in in ghisa sferoidale GS500-7;
- sede di tenuta sul corpo in acciaio inox X2CrNi18-11 (AISI 304L);
- alberi in acciaio inox X30Cr13 (AISI 420B);
- boccole in acciaio inox AISI 316 rivestito in PTFE;
- ghiera premiguarnizione in ghisa sferoidale GS500-7, con protezione epossidica;
- tenuta idraulica bidirezionale realizzata da anello in gomma NBR 70 inserito su apposita sede nel disco;
- viteria interna in acciaio inox AISI 304-A2 ed esterna in acciaio classe 8.8, zincato;
- tenute secondarie sugli alberi realizzate tramite O-Ring in NBR;
- riduttore a vite senza fine montato sulla flangia laterale destra, opportunamente dimensionato per la manovra nelle condizioni di massima coppia;
- finecorsa meccanici in apertura e chiusura ed indicatore meccanico di posizione;
- completa di volantino di manovra, ovvero, se richiesta, di una motorizzazione elettrica con accoppiamento meccanico mediante opportuna flangetta, tipo AUMA serie 'SA' con morsettiera TP 110/001, senza gruppo di comando a bordo macchina e completo di resistenza anticondensa 24V AC, 5-20W autoregolante;
- contenute perdite di carico;

- rivestimento interno ed esterno con verniciatura epossidica alimentare dello spessore di 150 micron.

Valvola di intercettazione a saracinesca a corpo piatto e cuneo gommato

Le saracinesche a cuneo gommato a corpo piatto a norme UNI DIN3202-F4 flangiate e forate a norme UNI PN 16, in esecuzione a vite interna, a passaggio totale senza sede, complete di volantino, dovranno avere:

- corpo, coperchio realizzato ghisa sferoidale GS 500/7 verniciato internamente ed esternamente con verniciatura epossidica elettrostatica con spessore minimo di 200 micron; serraggi mediante viti a brugola in acciaio zincato 8-8 annegate e protette da corrosione con materiale sigillante;
- cuneo realizzato in ghisa sferoidale GS 500/7 con guide centrali per evitare lo strofinamento della gomma durante l'azionamento della valvola; completamente rivestito in EPDM; cuneo con scarico sul fondo per evitare il ristagno d'acqua;
- albero in acciaio inox 13% cromo;
- tenuta fra coperchio ed albero mediante due anelli "O- Ring" NBR oltre ad una guarnizione di tenuta in gomma EPDM ed una guarnizione esterna antipolvere in gomma NBR; bussola in bronzo ad alta resistenza;
- pressione: a saracinesca chiusa deve essere garantita la tenuta nei due sensi a 16 bar senso di apertura orario.

Valvola regolatrice a membrana

Utilizzata per la modulazione del fluido. In esecuzione flangiata con dimensioni e foratura secondo normativa UNI 2223. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti;

- ad una camera di controllo in esecuzione assiale o a squadra (tipo Clayton mod. Hytrol o similare);
- composte ed assemblate da tre componenti principali; corpo, coperchio e gruppo otturatore;
- corpo e coperchio in ghisa sferoidale GS400-15 secondo UNI ISO 1083 con rivestimento epossidico interno ed esterno;
- TRIM (seggio-controseggio) in acciaio inox AISI 316;
- albero in acciaio inox AISI 303;
- membrana in gomma sintetica BUNA-N rinforzata con nylon;
- disco di tenuta in gomma sintetica BUNA-N;
- corpo e coperchio del pilota in bronzo ASTM B62;
- TRIM del pilota in acciaio inox AISI 304;
- circuito pilota con tubazioni in acciaio inox AISI 304 e raccordi in ottone;
- manometri in bagno di glicerina installati a monte e valle corpo con relativa valvola di sezionamento.
- filtro esterno per acque grezze a "Y" con corpo in ottone e rete in acciaio inox.

A seconda del tipo di regolazione idraulica richiesta tali valvole dovranno essere dotate dei relativi circuiti ausiliari.

Di norma i materiali costituenti il pilota di regolazione dovranno essere i seguenti:

- corpo e coperchio: bronzo;
- sede: acciaio temperato;
- molla: acciaio;
- diaframma: gomma sintetica rinforzata;
- collegamenti: .1/4" o 3/8 NPT.

Valvola di non ritorno

Da interporre per garantire la monodirezionalità del flusso. In esecuzione flangiata con dimensioni e foratura secondo normativa UNI 2223. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti;

- tipo Venturi con corpo ed otturatore in GS 500-7 per PN<25 o GS 400-15 per PN 25;
- le parti interne del corpo smaltate in forno a 800°;
- verniciata esternamente con resina epossidica con un deposito non inferiore ai 200 microns;
- molla in acciaio inox 1.4301 e sede in bronzo per PN<25 ovvero acciaio inox AISI 304 sia per la molla antagonista che per la sede di tenuta per PN 25;
- tenuta otturatore con rivestimento sintetico etilenpropilenica o PERBUNAN per PN<25;
- contenute perdite di carico;
- rapida chiusura dell'otturatore per evitare i colpi d'ariete e disconnessione con pressione di ritorno non superiore a 0,5 bar.
- pressione di apertura non superiore a 0,1 bar.

Valvola di sfiato automatico a doppio galleggiante

Le apparecchiature di sfiato, per eliminare l'eventuale aria nella condotta ed il rientro d'aria nella stessa, saranno del tipo a tre funzioni con doppio galleggiante sferico ed intercettazione centrale completa di volantino.

Materiali e caratteristiche:

- corpo, coperchio realizzato ghisa sferoidale GS 400/15; rivestimento protettivo eseguito con polvere epossidica spessore minimo 300 micron; serraggi mediante dadi e bulloni in acciaio 8-8 zincato; flangia orientabile;
- galleggianti sferici in acciaio ottonato completamente rivestito in elastomero EPDM;
- albero in acciaio inox 13% cromo;
- tenuta fra coperchio e corpo mediante guarnizione in elastomero;
- pressione 16 bar – 25bar;
- accessori rubinettino per svuotamento del corpo.

L'apparecchiatura di sfiato dovrà essere dotata di boccaglio e valvola di controllo a spillo per la sezione di degasaggio e di protezione con lamiera di acciaio inox forata e coperchio per la sezione di fuoriuscita e d ingresso grandi quantità d'aria.

Giunto di smontaggio

Da interporre a ridosso di valvole per agevolare le operazioni di smontaggio. In esecuzione flangiata con dimensioni e foratura secondo normativa EN 1092. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti;

- corpo centrale a soffietto in acciaio inox ASTM A 240 Tipo 321 multiparete con saldature di testa in Argon. Per PN>25 prevedere eventuali anelli di rinforzo interni;
- scartamento assiale non inferiore a 30 mm;
- tenditori e tiranti di classe 8.8 protetti con ciclo di zincatura a freddo. Il numero di quest'ultimi sarà concordato preventivamente con la D.L. in funzione dell'impiego;
- protezione superficiale della superfici in acciaio al carbonio con pellicola secca colorata a base di resine pregiate disciolte in solventi;
- dotato di convogliatore interno in acciaio inox ASTM A 240 Tipo 321.

Giunto antivibrante e di compensazione in gomma

Utilizzato in prossimità del collegamento di pompe di sollevamento quale assorbitore di vibrazioni ed in genere per compensare dilatazioni termiche od assestamenti del terreno in prossimità di manufatti a fondazione rigida. In esecuzione flangiata con foratura secondo EN 1092. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti;

- strato interno ed esterno in gomma EPDM (polimero di etilene e propilene);
- formatura per vulcanizzazione a caldo, che conferisce una elevata elasticità;
- scartamento di 130 mm sino a DN 300, 100 mm per DN 350 e 200 mm per le taglie superiori sino a DN 600;
- autotenuta nella connessione flangiata;
- capacità di resistere ad una depressone interna non inferiore a 0,5 bar;
- temperatura di esercizio da -30°C +90°C.

Giunto dielettrico

Utilizzato per interrompere la continuità elettrica longitudinale della struttura. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti;

- anello isolante racchiuso in un tronchetto monoblocco in acciaio al carbonio con estremità a saldare conforme alla specifica API5L-Gr.B;
- rivestimento interno ed esterno con un deposito di resina epossidica non inferiore ai 200 microns;
- resistenza dielettrica in aria non inferiore a 5 Mohm;
- rigidità dielettrica maggiore di 3000 kV 50 Hz.

Nella esecuzione della saldatura dovranno essere predisposte misure atte a evitare il degradamento fisico dell'anello isolante.

Flange e bulloneria di serraggio

Normalmente per gli accoppiamenti si fa uso di flange a collare in acciaio al carbonio con dimensioni e foratura secondo norme. La bulloneria di serraggio utilizzata sarà a vite a testa esagonale con dato di

serraggio e gambo parzialmente filettato secondo norme UNI ed eventuale uso di rosette. Questa sarà sottoposta ad un trattamento di zincatura a caldo con un deposito minimo di circa 150 microns. Ad accoppiamento serrato la lunghezza sporgente del gambo filettato non dovrà superare i 10 mm.

Guarnizioni

Utilizzate per garantire la tenuta idraulica delle connessioni flangiate. Circolari, in non amianto (gomma rinforzata tipo SF 19-28 - Kevlar, etc) e certificate per il contatto con fluidi alimentari.

Elettropompe centrifughe ad asse verticale

Le elettropompe dovranno essere fabbricate da Costruttore di provata esperienza, sulla base della propria produzione di serie, con esclusione di utilizzo di modelli prototipo.
Le pompe dovranno essere centrifughe ad una o più giranti semiassiali sommerse, idonee al sollevamento di acque grezze da vasca di accumulo, con possibili tracce di sabbia in quantità massima di 40 g/mc.
Tutte le parti di fusione della pompa, supporto aspirazione, corpo pompa, diffusori, corpo mandata, dovranno essere in ghisa. Le giranti semiassiali in ghisa o bronzo, bloccate sull'albero con bussole coniche; le giranti dovranno essere equilibrate dinamicamente. Cuscinetti di linea in gomma, protetti dall'introduzione di sabbia; albero in acciaio e manicotto di trasmissione in acciaio inox.
La linea d'asse sarà composta da tubi in acciaio, flangiati all'estremità; le estremità saranno lavorate per alloggiamento supporto cuscinetto. Albero di trasmissione in acciaio bonificato, protetto in corrispondenza di ogni cuscinetto con bussole cromate. Manicotti filettati di collegamento in acciaio inox X30Cr13; cuscinetti di guida in gomma nitrilica.
Il gruppo di comando dovrà avere parti principali in fusione di ghisa o acciaio elettrosaldato; sarà dotato di dispositivo contro l'inversione di marcia e di proprio reggispinta proporzionato alla sopportazione della spinta assiale. Lubrificazione dei cuscinetti ad olio o grasso. Albero di collegamento in acciaio al carbonio; in corrispondenza della tenuta a premitreccia deve essere protetto con bussola cromata.
Accoppiamento fra albero pompa ed albero motore tramite giunto elastico; testa di scarico in ghisa o acciaio, con bocca di erogazione flangiata secondo UNI PN 16.
Succheruola in acciaio zincato.
Motore elettrico di primaria produzione CEE, certificato UNI EN ISO 9000, del tipo asincrono, trifase, chiuso, normalizzato secondo UNEL-IEC, rotore in corto circuito. Forma costruttiva V1, protezione IP55, classe di isolamento F.
E' espressamente prevista l'esecuzione di un collaudo prestazionale presenziato dal Committente di tutte le pompe oggetto di fornitura, presso lo stabilimento della Fornitrice; il collaudo sarà eseguito in conformità e secondo le tolleranze ammesse dalle norme UNI EN ISO 9906:2002 e ciò con particolare riferimento a portata, prevalenza e rendimento pompa; l'Appaltante si riserva la facoltà di verificare la sala prove nella quale saranno effettuati i collaudi e le modalità di effettuazione degli stessi, anche prima del benestare di accettazione della fornitura, direttamente o attraverso Ente di fiducia; le metodologie di collaudo, gli strumenti e le apparecchiature utilizzate dovranno essere tarate e testate secondo le norme di riferimento indicate, e documentate da relativi certificati.
Le pompe di sollevamento delle acque meteoriche devono essere costruite di modo che possono essere smontate dal piano di calpestio con un meccanismo speciale con guide nel pozzetto di alloggiamento. Tutti i materiali usati per queste pompe dovranno essere resistenti alla corrosione, come per le acque nere di fognatura. Gli interruttori di livello sono da disporre e da fissare in modo da garantire la massima affidabilità di funzionamento.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

ART. 99 - DISPOSIZIONI GENERALI

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo, salvo quanto dovrà essere contabilizzato a forfait, a numero, a peso od a tempo in conformità a quanto stabilito dalle singole voci di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci.
Per la determinazione delle misure geometriche, modi di contabilizzazione, oneri vari, etc. si conviene quanto sotto specificato.

ART. 100 - SCAVI IN GENERE

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi dell'Elenco, per gli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri che incontrerà per:
- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, etc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie di qualsiasi consistenza, sia asciutte, che bagnate, che in presenza di acqua;
- palleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza;
- sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- ogni indennità di deposito provvisorio o definitivo;
- regolarizzazione delle scarpate o pareti, spianamento del fondo, formazione dei gradoni, successivo reinterro attorno alle murature, attorno e sopra le condotte d'acqua od altre condotte in genere e sopra le fognature e drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi genere ed importanza;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

a) Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore all'atto della consegna, ed all'atto della misurazione.

b) Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato. Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo. Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra i piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definitiva, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

c) Scavi subacquei - I sovrapprezzi per scavi subacquei in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione saranno pagati a mc. con le norme e modalità prescritte nel presente articolo, lett. b), e per zone successive a partite dal piano orizzontale a quota m. 0,20 sotto il livello normale delle acque nei cavi, procedendo verso il basso. I prezzi di elenco sono applicabili anche per questi scavi unicamente e rispettivamente ai volumi di escavo ricadenti in ciascuna zona, compresa fra il piano superiore e il piano immediatamente inferiore che delimitano la zona stessa, come è indicato nell'elenco prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo eseguito entro ciascuna zona risulterà definita dal volume ricadente nella zona stessa e dalla applicazione del corrispondente prezzo di elenco.

ART. 101 - RILEVATI, REINTERRI O RIEMPIMENTI

Il sistema di misurazione dei rilevati o dei reinterri, quando dovuto, è effettuato a sistemazione definitiva secondo i meccanismi indicati per gli scavi.
Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, etc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

ART. 102 - DEMOLIZIONE DI MURATURE

I prezzi fissati in Elenco Prezzi per la demolizione delle murature si applicheranno al volume effettivo delle murature da demolire; tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nei precedenti articoli ed in particolare la scelta, l'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali.
I materiali utilizzabili che, ai sensi degli articoli precedenti, dovessero essere rilevati dall'Appaltatore, a semplice richiesta della D.L., verranno addebitati all'Appaltatore considerati come nuovi in sostituzione di materiali che egli avrebbe dovuto provvedere e cioè allo stesso prezzo fissato per questi nell'Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci o, mancando questo, al prezzo commerciale, dedotto in ambo i casi il ribasso d'asta; l'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo netto dei lavori in conformità a quanto dispone l'art. 36 del D.M. 145/2000.

ART. 103 - MURATURE IN GENERE

Tutte le murature in genere saranno valutate geometricamente, a volume od a superficie secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.
Nelle misurazioni sarà fatta deduzione di tutto il volume o superficie dei fori con superficie uguale o superiore a mq. 4 misurati in luce architettonica; i fori non detratti compenseranno ogni onere per la formazione di sguinci, spallette e mazzette.
Sarà pure sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, strutture diverse, pietre naturali od artificiali, etc., da pagarsi con altri prezzi di Elenco.
Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso e compensato ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, piattabande, architravi in c.a., etc.. Qualunque sia l'incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbono costruire sotto raggio, le murature saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.
Le murature miste in pietrame e mattoni, saranno valutate come le murature e con i relativi prezzi di Elenco; in detti prezzi si intendono compresi e compensati tutti gli oneri di cui all'articolo corrispondente per l'esecuzione in mattoni di spigoli, angoli, spallette, sguinci, parapetti, etc..
Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, etc., saranno valutate per il loro volume effettivo eventualmente maggiorate dell'apposito sovrapprezzo se previsto dall'Elenco Prezzi.
Nei prezzi unitari delle murature da eseguire con pietrame di proprietà dell'Amministrazione, come in generale per tutti i lavori per i quali si impiegano materiali di proprietà dell'Amministrazione (non ceduti all'Appaltatore), oltre alla messa in opera, si intende compreso e compensato ogni trasporto, ripulitura ed adattamento dei materiali stessi per renderli idonei alla messa in opera.
Le murature eseguite con materiali ceduti all'Appaltatore saranno valutate con i prezzi normali delle murature con pietrame fornito dall'Appaltatore, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, messa in opera, etc., del materiale ceduto.

ART. 104 - CONSOLIDAMENTI DI MURATURE

Le murature di qualsiasi tipo per lavori di consolidamento con betoncino armato o similari, saranno valutate a superficie o a metrocubo con le stesse norme previste per le murature in genere; mentre le murature consolidate con iniezioni cementizie o similari saranno valutate a metrocubo o a metroquadrato per l'effettiva muratura consolidata con l'esclusione di tutti i fori.

ART. 105 - PARAMENTI FACCIA VISTA

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio od artificiale.

ART. 106 - CONGLOMERATI CEMENTIZI ARMATI

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e peso, sarà valutato per il suo volume effettivo senza detrazione del volume del ferro anche quando questo verrà pagato a parte.
Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo e nel relativo prezzo si devono intendere compresi e compensati, oltre al costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri di cui agli articoli specifici.
Nei prezzi di Elenco dei conglomerati armati sono inoltre compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature di sostegno in legname, di qualunque tipo (grandi e piccole), i palchi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in c.a. dovrà essere costruita, nonché il getto, la sua pistonatura e la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata.

ART. 107 - LAVORI IN METALLO

Tutti i lavori in metallo saranno in genere valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi, a lavorazione completamente ultimata, determinato con pesatura diretta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore.
Nei prezzi dei lavori in metallo si intende compreso e compensato ogni onere per la fornitura, montatura e posa in opera ed ogni onere per macchinari ed accessori necessari per la lavorazione; in carenza delle relative voci di Elenco Prezzi si intendono pure compresi e compensati:
- l'esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, le graffature e suggellature, la malta ed il cemento e quanto altro necessario per una perfetta finitura;
- tutti gli oneri e spese derivanti dalle norme e prescrizioni contenute nei precedenti articoli specifici;
- la coloritura con una mano preventiva di antiruggine, i sollevamenti e gli abbassamenti e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato oltre alla lavorazione ed allo sfrido si intende compreso e compensato l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, per la fornitura del filo di ferro e per la posa in opera dell'armatura stessa.

ART. 108 - MANO D'OPERA

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.
L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori.

ART. 109 - NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'. Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.
Il prezzo comprende gli onere relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica ed a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.
Con i prezzi di noleggio delle motopompe oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno, e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.
Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d' opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.
Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

ART. 110 - TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la manodopera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.
I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.
La valutazione delle materie da trasportare è fatta a seconda dei casi, a volume od a peso con riferimento alla distanza.