

**PROPONENTE****PV01.RE S.r.l.**

Piazza del Grano, 3  
39100 Bolzano (BZ) - Italy  
Tel. +39 02 37905900  
info@supernova.eu - pv01.re@legalmail.it

**MANAGEMENT****Supernova Management**

Galleria Pasarella 1  
20122 Milano, Italy  
Tel. +39 02 37095900  
www.supernova.eu  
info@supernova.eu

Project Manager: Arch. M. Panzini  
Collaboratori: Arch. A. Premoli, Arch. R. Mangini

Senior Advisor: Ing. E. Facchin  
Ing. G. Verga

**INGEGNERIA****Strutture/Impianti/infrastrutture/Edilizia****Heliopolis Engineering**

via Alto Adige 160  
38121 Trento, Italy  
t +39 0461 1732700  
www.supernova.eu  
Info@supernova.eu

Direttore tecnico: Ing. N. Zuech  
Collaboratori: Ing. E. Bombardelli, Ing. L. Maccani,  
Ing. A. Amadori, Ing. F. Sommariva

**INGEGNERIA  
Ingegneria del territorio e dei trasporti**

Transplan S.r.l.  
via G.P. da Palestrina 35  
20124 Milano, Italy  
Tel. +39 0267493506  
www.transplan.it  
transplan@transplan.it

Referente: Ing. A. V. Molinari  
Collaboratori: dott.ssa L. Bossi

**URBANISTICA E ARCHITETTURA****Arup Italia S.r.l.**

Corso Italia, 1  
20122 Milano, Italy  
Tel. 02 8597 9301  
www.arup.com  
Info@heliopolis.eu

Referenti: Arch. D. Hirsch, Arch. S. Recalcati, Ing. M. Neri  
Collaboratori: Arch. F. Cefis, Arch. A. Migliarese,  
Arch. M. Dozio, Arch. S. Settecasì, Arch. A. Chivikova

**ASPETTI AMBIENTALI****Lybra ambiente e territorio s.r.l.**

Via E. Caviglia, 5  
20139 Milano  
t. 02 45470559  
info@lybra-at.it

Referente: Dott. A. Romano

**CONSULENZA LEGALE****Amministrativisti Associati**

Via Visconti di Mondrone, 12  
20122 Milano, Italy  
t. 026 208161  
segreteria@ammlex.it

Referente: Avv. Guido Bardelli



## PROGETTAZIONE NUOVO SOTTOPASSO CICLOPEDONALE E SISTEMAZIONE DI VIA BRAMBILLA (CONNESSIONI DELLA RETE CICLO-PEDONALE CON IL SISTEMA DEI SERVIZI E DEL TRASPORTO PUBBLICO - POP152) DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONALE

OO-POP152-CA01.0

SCALA -  
DATA APRILE 2022  
NOME FILE CARTIGLI POP152.DWG

N. REV.	DATA	REVISIONE	ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
0	13/04/2022	EMISSIONE	E.Bombardelli	N.Zuech	



**DISCIPLINARE DESCRITTIVO  
E PRESTAZIONALE  
DEGLI ELEMENTI TECNICI**



**SOMMARIO**

<b>CAPO I: OPERE INFRASTRUTTURALI .....</b>	<b>7</b>
<b>DATI GENERALI.....</b>	<b>7</b>
ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO .....	7
ART. 2 - AVVERTENZA GENERALE .....	7
ART. 3 - SOPRALLUOGHI E ACCERTAMENTI PRELIMINARI .....	7
<b>QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>8</b>
ART. 4 - MATERIALI IN GENERE .....	8
ART. 5 - ACQUA, CALCE, LEGANTI IDRAULICI, GESSO .....	8
ART. 6 - SABBIA, GHIAIA, PIETRE NATURALI .....	9
ART. 7 - MATERIALI FERROSI E MATERIALI VARI .....	10
ART. 8 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI PEDONALI .....	10
ART. 9 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	12
ART. 10 - MATERIALI PER OPERE IN VERDE .....	14
ART. 11 - GEOTESSILI .....	15
ART. 12 - TUBAZIONI.....	16
<b>PROVE DEI MATERIALI .....</b>	<b>17</b>
ART. 13 - PROVE DEI MATERIALI .....	17
<b>OPERAZIONI PRELIMINARI.....</b>	<b>19</b>
ART. 14 - OCCUPAZIONE DEI TERRENI.....	19
ART. 15 - SVILUPPO DEI LAVORI.....	19
ART. 16 - LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO .....	19
ART. 17 - TRACCIAMENTI .....	19
<b>1. OPERE D'ARTE IN TERRA.....</b>	<b>20</b>
1.1 - DEMOLIZIONI, DISGAGGI, TAGLIO PIANTE .....	20
ART. 18 - DEMOLIZIONI .....	20
ART. 19 - DEMOLIZIONI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	20
ART. 20 - DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO .....	21
ART. 21 - TAGLIO PIANTE AD ALTO FUSTO .....	21
1.2 - SBANCAMENTI E SCAVI.....	21
ART. 22 - SCAVI IN GENERE .....	21
ART. 23 - SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE .....	22
ART. 24 - SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTO.....	22
ART. 25 - MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI STRADALI E DA DEMOLIZIONI .....	23
ART. 26 - PROPRIETA' DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE .....	23
ART. 27 - TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	23
1.3 - TRASPORTI A DISCARICA, INDENNITA' .....	24
ART. 28 - GENERALITA' .....	24
1.3 - FORMAZIONE DI RILEVATI E REINTERRI.....	24
ART. 29 - PREPARAZIONE DEL TERRENO SU CUI DEBBONO ELEVARS I RILEVATI.....	24

---

.....	26
ART. 30 - FORMAZIONE DI RILEVATI.....	27
ART. 31 – UTILIZZO DEI MATERIALI RICICLATI .....	28
<b>2. OPERE D'ARTE STRUTTURALI .....</b>	<b>45</b>
ART. 32 – MARCATURA CE .....	45
2.1 - CALCESTRUZZI, CASSERI ED ACCIAIO PER C.A. ....	45
ART. 33 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	45
ART. 34 – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	46
ART. 35 - CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI.....	47
ART. 36 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	48
ART. 37 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P. ....	49
ART. 38 - STRUTTURE PREFABBRICATE .....	49
ART. 39 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE .....	51
ART. 40 – GETTI FACCIA A VISTA .....	52
2.2 – IMPALCATI ED ACCESSORI (GIUNTI ED APPOGGI).....	52
ART. 41 - APPARECCHI DI APPOGGIO.....	52
ART. 42 – RITEGNI ED AMMORTIZZATORI ANTISISMICI.....	56
ART. 43 - GIUNTI DI DILATAZIONE .....	58
2.3 – MANUFATTI FERROSI E LEGHE .....	58
ART. 44 - STRUTTURE IN ACCIAIO .....	58
ART. 45 – DISEGNI D'OFFICINA .....	64
ART. 46 – VERNICIATURA E ZINCATURA DI STRUTTURE IN ACCIAIO .....	65
ART. 47 – VERNICIATURA DI STRUTTURE IN ACCIAIO.....	65
<b>3. OPERE D'ARTE IDRAULICHE .....</b>	<b>69</b>
3.1 - IMPERMEABILIZZAZIONI.....	69
ART. 48 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE IN C.A. ....	69
3.2 – DRENAGGI, CONDOTTE E POZZETTI .....	70
ART. 49 - DRENAGGI.....	70
ART. 50 - TUBAZIONI IN C. A. V. ....	70
ART. 51 - TUBAZIONI IN C. A. CENTRIFUGATI E TURBOCENTROFUGATI .....	71
ART. 52 - TUBAZIONI IN P.V.C. RIGIDO.....	71
ART. 53 - CANALETTE.....	72
ART. 54 - CADITOIE STRADALI.....	72
ART. 55 - CAMERETTE D'ISPEZIONE.....	74
ART. 56 - POZZETTI PREFABBRICATI .....	75
ART. 57 - POZZETTI REALIZZATI IN OPERA .....	75
ART. 58 - COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE .....	75
ART. 59 - POSA IN OPERA DEI CHIUSINI PER CAMERETTE .....	76
3.3 – SISTEMAZIONI FLUVIALI.....	76
ART. 60 - SCOGLIERE .....	76
<b>4. OPERE SPECIALI NEL TERRENO E DI DIFESA .....</b>	<b>78</b>
4.1 – PALI, MICROPALI, TIRANTI, BERLINESI.....	78

ART. 61 - PERFORAZIONI .....	78
ART. 62 - PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI).....	78
ART. 63 - PALI TRIVELLATI .....	82
ART. 64 - PROVE DI CARICO.....	86
ART. 65 - NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI .....	87
ART. 66 - TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI .....	87
<b>5. OPERE FUNZIONALI ED ACCESSORI.....</b>	<b>93</b>
5.1 PAVIMENTAZIONI (FONDAZIONE + CONGLOMERATO BITUMINOSO) .....	93
ART. 67 - MASSICCIAIA O STRATO DI BASE: MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA .....	93
ART. 68 – MASSETTO CEMENTIZIO ARMATO PER SOTTOFONDO PAVIMENTAZIONE .....	95
ART. 69 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO - TIPO B mm 0÷31,5.....	95
ART. 70 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO SUPERFICIALE D'USURA - TIPO D mm 0÷12,5.....	103
ART. 71 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO UNICO - TIPO E mm 0÷20 .....	110
ART. 72 – IDROPITTURA PISTA CICLO-PEDONALI .....	118
5.2 – LAVORI VARI - OPERE IN VERDE, CORDONATE, PAVIMENTAZIONI PEDONALI.....	119
ART. 73 - INERBIMENTO DELLE SCARPATE .....	119
ART. 74 - OPERE A VERDE.....	119
ART. 75 - CORDONATE.....	125
ART. 76 – ESECUZIONE DI PAVIMENTAZIONI IN PORFIDO .....	125
ART. 77 – FUGANTE POLIURETANICO O POLIMERICO PER PIETRA NATURALE .....	128
ART. 78 – PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI AUTOBLOCCANTI .....	128
5.3 – PARAPETTI METALLICI.....	130
ART. 79 - PARAPETTI METALLICI .....	130
5.4 - SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE .....	130
ART. 80 - SEGNALETICA ORIZZONTALE .....	130
ART. 81 - SEGNALETICA VERTICALE .....	133
5.5 – MONOLITE SOTTO LA FERROVIA .....	136
ART. 82 - TRASLAZIONE DEI MANUFATTI SOTTO LA SEDE FERROVIARIA .....	136
<b>CAPO II: OPERE IMPIANTISTICHE .....</b>	<b>138</b>
ART. 83 TUBAZIONI .....	138
ART. 84 CONDUTTORI .....	138
ART. 85 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE .....	139
ART. 86 INTERRUTTORI/SEZIONATORI DI BASSA TENSIONE .....	140
ART. 87 APPARECCHI DI COMANDO E PRESE A SPINA.....	141
ART. 88 QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE.....	141
ART. 89 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	144
ART. 90 IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI.....	144
ART. 91 IMPIANTO CABLAGGIO STRUTTURATO .....	145
ART. 92 IMPIANTO TVCC .....	145
ART. 93 CONSEGNA DOCUMENTAZIONE DI FINE LAVORI .....	146
ART. 94 GARANZIA DEGLI IMPIANTI.....	146





## **CAPO I: OPERE INFRASTRUTTURALI**

### **DATI GENERALI**

#### **ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO**

I lavori compresi nell'appalto e indicati nei disegni uniti al contratto, salvo le eventuali variazioni consentite all'Amministrazione dal Capitolato Speciale di Appalto: Norme Amministrative, consistono nella realizzazione di **RECUPERO AMBIENTALE DEL NAVIGLIACCIO (POP146)** comprendente una passerella ciclo-pedonale sul corso d'acqua a connessione di Via Brambilla con Via Negri Adelchi e costituito da:

- un manufatto per il superamento del canale d'Arnò Navigliaccio ha una lunghezza di 50 m. circa su una doppia campata, realizzato a struttura mista acciaio-calcestruzzo;
- proseguimento in rilevato della passerella verso via Negri Adelchi;
- rete di smaltimento acque meteoriche;
- impianto di illuminazione pubblica;
- impianto di distribuzione principale e secondaria a servizio dell'illuminazione pubblica;

La larghezza della piattaforma ciclopeditonale è fissata a m 4,18 ed è così organizzata:

1) Larghezza della sede transito	m 3,46
2) Larghezza delle banchine bitumate (2x0,20 m)	<u>m 0,40</u>
Totale come sopra	m. 4,18

Per quant'altro (elementi marginali, ecc.) si rimanda alle sezioni tipo.

#### **ART. 2 - AVVERTENZA GENERALE**

Si premette che per norma generale invariabile resta convenuto e stabilito contrattualmente che nel prezzo unitario od a corpo dei lavori s'intendera compresa e compensata ogni spesa principale e provvisoria, ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto, ogni indennità di cava, ogni lavorazione e magistero per dare tutti i lavori completamente in opera nel modo prescritto, e ciò anche quando non sia esplicitamente dichiarato nei rispettivi articoli di elenco.

Si conviene poi espressamente che le eventuali designazioni di provenienza dei materiali contenute nel presente Disciplinare non danno, in alcun caso, diritto all'Appaltatore di chiedere variazioni di prezzi o maggiori compensi per le maggiori spese che egli dovesse eventualmente sostenere nel caso che dalle provenienze indicate non potessero aversi tali e tanti materiali da corrispondere ai requisiti ed alle esigenze del lavoro.

#### **ART. 3 - SOPRALLUOGHI E ACCERTAMENTI PRELIMINARI**

Prima di presentare l'offerta per l'esecuzione dei lavori oggetto del presente Disciplinare, l'Impresa dovrà ispezionare il luogo per prendere visione delle condizioni di lavoro e dovrà assumere tutte le informazioni necessarie in merito alle opere da realizzare (con particolare riguardo all'accessibilità in presenza di traffico, alle dimensioni, alle caratteristiche specifiche e alle eventuali connessioni con altri lavori di costruzione, movimenti di terra e sistemazione ambientale in genere), alla quantità, alla utilizzabilità e alla effettiva disponibilità di acqua per l'irrigazione e la manutenzione.

Di questi accertamenti e ricognizioni l'Impresa è tenuta a dare, in sede di offerta, esplicita dichiarazione scritta: non saranno pertanto presi in alcuna considerazione reclami per eventuali equivoci sia sulla natura del lavoro da eseguire sia sul tipo di materiali da fornire.

La presentazione dell'offerta implica l'accettazione da parte dell'Impresa di ogni condizione riportata nel presente Disciplinare e relative specifiche o risultante dagli eventuali elaborati di progetto allegati.

## QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

### ART. 4 - 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. 5 - 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. 17.01.2018 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 n. 2231 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" di cui R.D. 16.11.1939, n. 2230 e successive modifiche ed alle norme vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

**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 n. 595 (G.U. n. 143 del 10 giugno 1965) e relativo D.M. 14 gennaio 1966 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", modificato con il D.M. 03.06.1968, D.M. 31.08.1972, D.M. 13.09.1993.

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. 6 - SABBIA, GHIAIA, PIETRE NATURALI

- 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 monda 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 litoclasti, 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 UNI EN 1342 "Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne: Requisiti e metodi di prova".  
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.

## ART. 7 - MATERIALI FERROSI E MATERIALI VARI

- a) **Materiali ferrosi** - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura fucinatura e simili.  
Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 17.01.2018.

## ART. 8 - 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.
- b) **Graniglia per pavimenti alla veneziana** - La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.
- c) **Pezzami per pavimenti a bolle-tonato** - I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm., di forma o dimensioni opportune secondo i campioni scelti.
- d) **Pietrini e mattonelle di terracotta greificate** - Le mattonelle ed i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto intero lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana.  
Sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura.  
Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensioni che saranno richieste dalla Direzione dei lavori.
- e) **Pavimenti resilienti** - Dovranno corrispondere per la tonalità dei colori ai campioni prescelti e presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature.  
Lo spessore verrà determinato come media di dieci misurazioni eseguite sui campioni prelevati, impiegando un calibro che dia l'approssimazione di un decimo di millimetro con piani di posamento del diametro di almeno mm. 10.  
Esso non dovrà avere stagionatura inferiore a mesi quattro.  
Tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta, dovrà essere perfetto il collegamento con la tela di juta cui è applicato. Un pezzo di tappeto di m. 0,20 di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro 10 x (s + 1) millimetri, dove s rappresenta lo spessore in millimetri, senza che si formino fenditure e screpolature.
- f) **Materiali porfirici** - I materiali porfirici utilizzabili per pavimentazioni esterne dovranno provenire dalle cave del Trentino, dove si coltiva il porfido stratificato a piani in vista naturali di cava. Questi materiali dovranno essere prodotti da aziende aderenti al Marchio Volontario Collettivo "PORFIDO TRENINO CONTROLLATO" con caratteristiche 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 <sup>1/2</sup>).

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 oblungi per un massimo del 10%. In tutti i casi l'altezza dei cubetti deve essere rispettata. Se i cubetti non devono essere 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.

- c) **Cordoni** - Per formazioni di marciapiedi e aiuole o delimitazioni.

1) **CORDONI A SPACCO**: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) a spacco di cava. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25
- cm 6 x 20/25 peso per ml kg 35
- cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per ml kg 85
- cm 15 x 20/25 peso per ml kg 110

2) **CORDONI SEGATI E LAVORATI**: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) fresato. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le teste, ortogonali al piano o a sottosquadra, potranno essere a spacco o segate.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25
- cm 6 x 20/25 peso per ml kg 35

- cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per ml kg 85
- cm 15 x 20/25 peso per ml kg 110

- 3) **CORDONI A PIANO DI CAVA:** dovranno avere il piano superiore naturale di cava, la faccia esterna in vista segata per almeno 15 cm di altezza; la faccia interna segata o spaccata per almeno 5/6 cm. Dimensioni e peso come i cordoni già descritti.
- d) **Smoller** - Per pavimentazioni in forte pendenza e per rivestimenti. Gli smoller dovranno avere le due facce laterali a piano naturale di cava, la costa superiore in vista e le due testate ricavate a spacco. Le testate saranno sempre in sottosquadra. Lo spessore potrà variare da 3 a 10 cm, la profondità da 8 a 13 cm, la lunghezza sarà "a correre". Il peso sarà di kg 180/220 per mq.

## ART. 9 - 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, ghiaiette per pavimentazioni** - Dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 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** - I materiali porfirici utilizzabili per pavimentazioni esterne dovranno provenire dalle cave del Trentino, dove si coltiva il porfido stratificato a piani in vista naturali di cava. Questi materiali dovranno essere prodotti da aziende aderenti al Marchio Volontario Collettivo "PORFIDO TRENINO CONTROLLATO" con caratteristiche 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 <sup>1/2</sup>).

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.

- g) 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;
- h) 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;
- i) 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;
- j) 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;
- k) 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;
- l) 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 oblungi per un massimo del 10%. In tutti i casi l'altezza dei cubetti deve essere rispettata. Se i cubetti non devono essere 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:

- f) larghezza cm 10 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 5/8 - peso kg 18 circa per ml
- g) larghezza cm 10 - lunghezza cm 15/40 - spessore cm 8/11 - peso kg 22 circa per ml
- h) 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:

- i) larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 60 circa per ml
- j) larghezza cm 14 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 70 circa per ml.

- c) **Cordoni** - Per formazioni di marciapiedi e aiuole o delimitazioni.

1) **CORDONI A SPACCO**: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) a spacco di cava. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25
- cm 6 x 20/25 peso per ml kg 35
- cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per ml kg 85
- cm 15 x 20/25 peso per ml kg 110

2) **CORDONI SEGATI E LAVORATI**: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) fresato. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le teste, ortogonali al piano o a sottosquadra, potranno essere a spacco o segate.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25
- cm 6 x 20/25 peso per ml kg 35
- cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per ml kg 85
- cm 15 x 20/25 peso per ml kg 110

3) **CORDONI A PIANO DI CAVA**: dovranno avere il piano superiore naturale di cava, la faccia esterna in vista segata per almeno 15 cm di altezza; la faccia interna segata o spaccata per almeno 5/6 cm. Dimensioni e peso come i cordoni già descritti.

- d) **Smolleri** - Per pavimentazioni in forte pendenza e per rivestimenti. Gli smolleri dovranno avere le due facce laterali a piano naturale di cava, la costa superiore in vista e le due testate ricavate a spacco. Le testate saranno sempre in sottosquadra. Lo spessore potrà variare da 3 a 10 cm, la profondità da 8 a 13 cm, la lunghezza sarà "a correre". Il peso sarà di kg 180/220 per mq..

## ART. 10 - 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 approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, 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 marcito. 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 benessere 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 vimate** - Dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben dritti, 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 vimate 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 *Salix 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. 11 - GEOTESSILI

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

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

Materie prime – caratteristiche	Poliestere	Polipropilene
Densità minum. (g/cmc)	1,38	0,90
Punto di rammollimento minum. (°C)	230÷250	140
Punto di fusione minum. (°C)	260÷265	170÷175
Punto d'umidità (% a 65% di umidità rel.)	0,40	0,04

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

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

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

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

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

Il materiale dovrà essere marchiato CE come richiesto dalle norme tecniche armonizzate recepite dal Regolamento UE n. 305/2011 e dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le prove, da eseguire in funzione delle applicazioni, secondo quanto meglio specificato nei relativi articoli del presente Disciplinare.

Le norme di riferimento saranno le seguenti:

- EN 13249:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse le ferrovie e l'inclusione nelle pavimentazioni bituminose);
- EN 13251:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno.

## ART. 12 - TUBAZIONI

- a) **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.  
Saranno prodotti con riferimento alle UNI EN 10216 e UNI EN 10217 "Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione" e/o UNI EN 10224 "Tubi e raccordi di acciaio non legato per il trasporto di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche di fornitura".
- b) **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 lisce. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.  
Saranno prodotti con riferimento alla Norma UNI EN 1916 "Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali".
- c) **Tubi in pvc** - Tubazioni in PVC: in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione in gomma.  
Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.  
Saranno prodotti con riferimento alle UNI EN 1401-1 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)", UNI EN 1456-1 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)", UNI EN ISO 1452 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)", UNI EN 12842 "Raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE".
- d) **Tubi in polietilene (PE)** - Saranno prodotti con riferimento alle UNI EN 12666 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE)".

## PROVE DEI MATERIALI

### ART. 13 - PROVE DEI MATERIALI

- a) **CERTIFICATO DI QUALITÀ**: L'Appaltatore dovrà garantire il rispetto della marchiatura CE per i prodotti da costruzione utilizzati in cantiere, così come previsto D.Lgs. 106/2017 che adegua alla normativa nazionale le disposizioni del 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 del 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.

**Ai fini degli adempimenti in capo all'Impresa di cui al D.Lgs. 106/2017, tutti i materiali introdotti in cantiere dovranno essere preventivamente campionati e corredati di idonea certificazione tecnica su cui sia esplicitamente indicato il riferimento alle bolle di accompagnamento dei colli scaricati in loco, da allegare in copia. I predetti campioni dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione di questa D.L. e di seguito allibrati in apposito registro identificandoli con una specifica numerazione di protocollo a vista. Tale registro, redatto a cura del Direttore Tecnico di cantiere, va tenuto sul luogo dei lavori a disposizione della D.L. e sottoscritto, in calce agli ascritti, dal compilatore e dall'Appaltatore nonché vistato dal D.L.; esso, unitamente ai campioni dei prodotti e loro certificazione, andrà consegnato a questa Amministrazione ad ultimazione dei lavori.**

**Sarà tassativamente precluso l'utilizzo di materiali diversi da quelli campionati e registrati.**

**All'atto esecutivo dei lavori inerenti gli impianti tecnologici, la stessa impresa dovrà redigere gli elaborati grafici di merito fedeli allo stato di esecuzione (As-built) dai quali risultino tutti i dati metrici necessari ad individuare puntualmente il percorso delle tubazioni correnti sotto traccia o interrate così come poste in opera, nonché la tipologia dei materiali impiegati.**

**I predetti grafici, sottoscritti dall'Appaltatore, saranno consegnati alla D.L. ad ultimazione lavori.**

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

- 1.000	m <sup>3</sup>	per i materiali lapidei;
- 10.000	m <sup>2</sup>	per i conglomerati bituminosi;
- 500	m <sup>3</sup>	per i conglomerati cementizi;
- 50	t	per cementi e le calci;
- 5.000	m	per le barriere, parapetti;
- 10.000	m <sup>3</sup>	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 Disciplinare. 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 provvisoriale 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.vo. 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, DISGAGGI, TAGLIO PIANTE**

#### **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.

Nel caso di demolizioni attraverso tagli con idonee apparecchiature, tra gli oneri a carico dell'Appaltatore vi sarà anche la raccolta e lo smaltimento delle acque di raffreddamento.

Nelle fasi di demolizione dovranno essere compiutamente rispettate le eventuali norme previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento (P.S.C.).

#### **ART. 19 – DEMOLIZIONI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

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

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

Il fresato d'asfalto, in prima battuta, deve essere tendenzialmente qualificato come rifiuto speciale ai sensi dell'art. 184, del D.Lgs. 152/2006, del quale è produttore il soggetto che materialmente effettua l'attività di scarifica del manto stradale.

Il D.M. 03.07.2018 n. 69 detta le norme per la cessazione della qualifica di rifiuto del granulato di conglomerato bituminoso, prevedendo all'art. 3 comma 1 i criteri specifici da rispettare affinché determinate tipologie di conglomerato bituminoso di recupero, derivanti dalla fresatura e dalla frantumazione delle pavimentazioni stradali, cessino di essere qualificate come rifiuto. Il rispetto di tali criteri dovrà essere attestato dal produttore tramite una **dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà**, redatta al termine del processo produttivo di ciascun lotto.

A cura dell'Impresa affidataria tale attestato dovrà essere trasmesso al D.L. prima del suo eventuale riutilizzo in cantiere.

## 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:

- il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo;
- tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
- il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., 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;
- 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 interdotta 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.

## 1.2 - SBANCAMENTI E SCAVI

### ART. 22 - 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. 17.01.2018, 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. 23 - 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. 24 - 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 Sbancamento e 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. Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

#### **ART. 25 - 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.

#### **ART. 26 – PROPRIETA' DEI MATERIALI DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE**

I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della stazione appaltante.

In attuazione dell'art. 36 del capitolato generale di appalto di cui al D.M. 145/2000, i materiali provenienti dalle escavazioni devono essere trasportati e regolarmente accatastati a cura e spese dell'appaltatore in luoghi che verranno indicati dalla D.L., intendendosi tali oneri compensati da quelli previsti nei prezzi contrattuali previsti per gli scavi e per le demolizioni.

Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizioni ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'art. 35 del D.M. 145/2000, fermo restando quanto previsto dall'art. 91, comma 2, del D.Lgs. 42/2004.

#### **ART. 27 – TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Sono a carico e cura dell'appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa ambientale, compreso l'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico dei rifiuti, indipendentemente dal numero dei dipendenti e dalla tipologia dei rifiuti prodotti.

E' altresì a carico ed a cura dell'appaltatore il trattamento delle rocce da scavo (TRS) e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui terre e rocce da scavo:

- siano considerate rifiuti speciali ai sensi dell'art. 184 del D.Lgs. 186/2006;
- siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso D.Lgs. 186/2006 e di quanto ulteriormente disposto dall'art. 20, comma 10-sexies della Legge 19.01.2009, n. 2.

### 1.3 – TRASPORTI A DISCARICA, INDENNITA'

#### ART. 28 – 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.

### 1.3 - FORMAZIONE DI RILEVATI E REINTERRI

#### ART. 29 - PREPARAZIONE DEL TERRENO SU CUI DEBBONO ELEVARS 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 U.N.I. 11531-1:2014 di cui alla tabella riportata nella pagina seguente.

I piani suddetti saranno di norma stabiliti alla quota di cm 20 al di sotto del 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 rinverranno 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 proveniente 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  $M_e$ , determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV

670317). Il valore di  $M_e$  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<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

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  $M_e$  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<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>. 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 assetamento, 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.

**Estratto NORMA UNI 11531-1 DEL 2014**
**Classificazione delle terre**

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbioso Frazione passante al setaccio 0,063 mm ≤ 35%						Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,063 mm > 35%						Torbe e terre organiche palustri	
	A1	A3	A2		A4	A5	A6	A7	A7		A8			
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7	A7-5	A7-6	A8	
Frazione passante al setaccio 2 mm 0.4 mm 0.063 mm	≤50 ≤30 ≤15	≤50 ≤25	≤35 ≤10	≤35 ≤35	≤35 ≤35	≤35	>35	>35	>35	>35	>35	>35		
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 mm LL (Limite liquido) IP (Indice di plasticità)	≤6	≤8	≤40 ≤10 N.P.	>40 ≤10	≤40 ≤10 >10	>40 ≤10 >10	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 ≤10 IP ≤ LL-33	>40 ≤10 IP ≤ LL-33	>40 ≤10 IP > LL-33		
Indice di gruppo	0	0	0	≤4	≤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 o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi molto compressibili	Argille poco compressibili	Argille molto compressibili e mediamente plastiche	Argille molto compressibili e molto plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici		
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono						Da mediocre a scadente						Da scartare	
Azione del gelo sulle qualità portanti	Nessuna o lieve		Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media			
Ritiro e rigonfiamento	Nulla		Nulla o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato			
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa								Scarsa o nulla			
N.P.	= non plastico; = Non necessario per la classificazione													

**UNI 11531-1: 2014**

**ART. 30 - 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<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

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 ricarica, 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 o Elenco Descrittivo delle Voci.

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. 31 – 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• caratteristiche fisiche;</li> <li>• caratteristiche geometriche;</li> <li>• caratteristiche chimiche.</li> </ul>	A richiesta della D.L. o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Bitume	Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapporto di espansione;</li> <li>• Tempo di semitrasformazione.</li> </ul>	Giornaliero
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche del bitume.</li> </ul>	Ogni 2.000 m <sup>2</sup> di materiale posato
Emulsione bituminosa	Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche del bitume residuo.</li> </ul>	
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 <sup>2</sup> (prodotti legati) Ogni 1.000 m <sup>3</sup> (prodotti non legati)
Contenuto di legante (bitume o emulsione bituminosa)		Ogni 2.000 m <sup>2</sup>

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 <sup>2</sup>
Grado di compattazione		Ogni 2.000 m <sup>2</sup>
Resistenza a trazione indiretta		
Resistenza a compressione		
Spessore dello strato		Ogni 1.000 m <sup>2</sup>

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	%	$\leq 15$
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	
			mm	min	max
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	%	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	%	$\leq 45$
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	%	$\leq 4$

#### 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			$\leq 15$
Conglomerati bituminosi			$\leq 25$
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente.			$\leq 15$ (totale) $\leq 5$ (singolo)
Materiali deperibili: carta, legno, fibre, cellulosa, sostanze organiche eccetto bitume; materiali plastici			$\leq 0,1$
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, etc.)			$\leq 0,6$

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 <sub>L</sub>	%	≤ 40
Indice di plasticità		I <sub>p</sub>	%	≤ 10
Curva di costipamento Proctor modificata	UNI EN13286-2	-	% - g/cm <sup>3</sup>	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 <sub>D</sub>	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	%	$\leq 35$
Indice di forma dell'aggregato grosso	UNI EN 933-4	SI	%	$\leq 40$
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	%	$\leq 15$
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	
			mm	min	max
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	%	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	%	$\leq 45$
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	$M_{DE}$	%	$\leq 40$
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	$\leq 2$

### 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			$\leq 10$
Conglomerati bituminosi			$\leq 15$
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente.			$\leq 15$ (totale) $\leq 5$ (singolo)
Materiali deperibili: carta, legno, fibre, cellulosa, sostanze organiche eccetto bitume; materiali plastici			$\leq 0,1$
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, etc.)			$\leq 0,4$

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 <sub>L</sub>	%	≤ 40
Indice di plasticità		I <sub>p</sub>	%	≤ 10
Curva di costipamento Proctor modificata	UNI EN13286-2	-	% - g/cm <sup>3</sup>	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 <sub>D</sub>	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-C3-40 AGGREGATO MISTO GRANULARE RICICLATO PER FONDAZIONE STRADALE (D max 40)

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

#### 3.1 Caratteristiche del prodotto

##### 3.1.1 Requisiti geometrici

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

Le caratteristiche geometriche degli aggregati riciclati impiegati nella fondazione stradale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 17):

Tab. 17 – Requisiti geometrici del materiale riciclato per la fondazione stradale

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Dimensione dell'aggregato (designazione)	UNI EN 933-1	d/D	mm	valore dichiarato
Dimensione massima dell'aggregato		D <sub>max</sub>	mm	40
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	%	≤ 10
Equivalenti 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. 18):

Tab. 18 – Composizione granulometrica del materiale riciclato per la fondazione stradale

REQUISITO	NORMA	UM	SETACCIO	PASSANTE	
			mm	min	max
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	%	40	100	100
			20	61	79
			10	41	64
			4	31	49
			2	22	36
			1	13	30
			0,5	10	20
			0,063	0	10

Il rapporto tra il passante al setaccio 0,5 mm ed il passante al setaccio 0,063 mm deve essere > 1,5

### 3.1.2 Requisiti fisici e di durabilità

Le caratteristiche fisiche degli aggregati riciclati impiegati nella fondazione stradale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 19):

Tab. 19 – Requisiti fisici del materiale riciclato per il corpo per la fondazione stradale

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	M <sub>DE</sub>	%	≤ 30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2

### 3.1.3 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. 20):

Tab. 20 – Componenti del materiale riciclato per la fondazione 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)	%	> 90
Vetro e scorie vetrose			≤ 5
Conglomerati bituminosi			≤ 5
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 tabella seguente (Tab. 21) sono riportati i parametri di riferimento.

Tab. 21 – 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.

### 3.1.4 Requisiti geotecnici del prodotto

Le proprietà geotecniche del materiale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 22):

Tab. 22 – Requisiti geotecnici del materiale riciclato per la fondazione stradale

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W <sub>L</sub>	%	≤ 40
Indice di plasticità		I <sub>p</sub>	%	≤ 10
Curva di costipamento Proctor modificata	UNI EN13286-2	-	% - g/cm <sup>3</sup>	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	%	> 40

## 3.2 Caratteristiche dello strato di fondazione

### 3.2.1 Formazione della fondazione stradale

La fondazione stradale è eseguita 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 può avere luogo solo quando lo scostamento dell'umidità del materiale rientra nella tolleranza definita (Tab. 22).

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.

Il materiale deve essere steso mediante l'utilizzo di livellatrice e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).



Le lavorazioni devono essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, devono essere rimosse e ripristinate.

Sullo strato di fondazione, compatto in conformità alle prescrizioni descritte, è opportuno procedere celermente con l'esecuzione della pavimentazione. Ciò al fine di prevenire fenomeni di allentamento, di asportazione e disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici.

Di norma le pendenze trasversali dei piani devono essere maggiori del 2,5 %.

Le caratteristiche della fondazione stradale devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 23):

Tab. 23 – Caratteristiche della fondazione stradale con materiale riciclato

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITE
Densità in situ (°) (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	-	%	> 95
Modulo di deformazione misurato sul piano di appoggio della pavimentazione.	CNR 146	M <sub>D</sub>	MPa	> 80
Spessore dello strato	-	S	m	± 5% S progetto

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

#### 4 – 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 <sub>max</sub>	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 <sub>DE</sub>	%	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.

## 5 – AG-R-C5-40 AGGREGATO GRANULARE RICICLATO PER STRATO DRENANTE (D max 40); AG-R-C5-200a AGGREGATO GRANULARE RICICLATO PER STRATO DRENANTE ED ANTICAPILLARE (D max 200); AG-R-C5-200b AGGREGATO GRANULARE RICICLATO PER STRATO ANTICAPILLARE ED ANTIGELO (D max 200)

### 5.1 Caratteristiche dei prodotti

#### 5.1.1 Requisiti geometrici

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

Le caratteristiche geometriche degli aggregati riciclati impiegati negli strati accessori devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 29):

Tab. 29 – Requisiti geometrici dei materiali riciclati per gli strati accessori

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITI		
				Drenante 40	Drenante e anticapillare 200	Anticapillare e antigelo. 200
Dimensione dell'aggregato (designazione)	UNI EN 933-1	d/D	mm	valore dichiarato		
Dimensione massima dell'aggregato		D <sub>max</sub>	mm	40	200	200
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	%	≤ 2		
Valore di blu	UNI EN 933-9	MB	-	valore dichiarato		

La composizione granulometrica degli aggregati deve rispettare i limiti dimensionali riportati nella seguente tabella (Tab. 30):

Tab. 30 – Composizione granulometrica dei materiali riciclati per gli strati accessori

REQUISITO	NORMA	UM	SETACCIO	LIMITI					
				Drenante 40		Drenante e anticapillare 200		Anticapillare e antigelo 200	
			mm	min	max	min	max	min	max
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	%	200	100	100	100	100	100	100
			40	100	100	-	-	-	-
			20	-	-	-	-	-	-
			16	-	-	0	5	0	5
			5,6	-	-	-	-	-	-
			4	0	5	-	-	-	-
			0,063	0	2	0	2	0	2

#### 5.1.2 Requisiti fisici e di durabilità

Le caratteristiche fisiche degli aggregati riciclati impiegati negli strati accessori devono essere conformi alle prescrizioni riportate nella seguente tabella (Tab. 31):

Tab. 31 – Requisiti fisici del materiale riciclato per gli strati accessori

REQUISITO	NORMA	SIMBOLO	UM	LIMITI		
				Drenante 40	Drenante e anticapillare 200	Anticapillare e antigelo 200
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	valore dichiarato		≤ 30
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	M <sub>DE</sub>	%	valore dichiarato		
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	valore dichiarato		≤ 2
Assorbimento di acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	-		≤ 2

### 5.1.3 Requisiti chimici, componenti ed ecocompatibilità

I materiali riciclati devono appartenere alle tipologie previste dal D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i..

Le sostanze componenti ed il contenuto percentuale ammesso sono riportate nella seguente tabella (Tab. 32):

Tab. 32 – Componenti del materiale riciclato per gli strati accessori

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. 33) sono riportati i parametri di riferimento.

Tab. 33 – 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	NO <sub>3</sub>	mg/l	50
16	Piombo	Pb	g/l	50
17	Rame	Cu	mg/l	0,05
18	Selenio	Se	g/l	10
19	Solfati	So <sub>4</sub>	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.

## 5.2 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.

## 5.3 Formazione degli strati accessori

In generale, la fase di posa in opera dei materiali utilizzati per gli strati accessori non deve alterare le caratteristiche dimensionali degli aggregati. Pertanto, l'Impresa deve evitare la costipazione, statica o vibrante, che potrebbe provocare una frantumazione degli aggregati con produzione di elementi fini.

In relazione alle caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato o il riempimento, alle dimensioni del drenaggio e, in genere, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, la D.L. potrà disporre che gli strati accessori realizzati secondo la presente specifica tecnica siano protetti mediante stesa di teli geotessili, per impedire che le frazioni più fini possano saturare i vuoti degli aggregati e pregiudicare la funzionalità degli strati stessi.

I teli geotessili sono posti in opera in strisce contigue opportunamente sovrapposte sui bordi per almeno 40 cm. Le caratteristiche tecniche del telo sono determinate dal Progettista in funzione dell'applicazione specifica.

Le dimensioni degli strati accessori e delle opere di drenaggio sono determinate dal Progettista in relazione alle caratteristiche dei luoghi e delle opere da realizzare. Di norma, lo strato anticapillare e antigelo deve avere uno spessore compreso tra 30 e 50 cm.

## 2. OPERE D'ARTE STRUTTURALI

### ART. 32 – MARCATURA CE

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto dell'appalto, devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

In accordo con quanto previsto al cap. 11 del D.M. 17.01.2018, i materiali ed i prodotti per uso strutturale, per essere impiegati nelle opere, devono essere in possesso della Dichiarazione di Prestazione (D.o.P) e Marcatura CE, se coperti da specifica norma europea armonizzata o ETA in accordo con il Regolamento (UE) n. 305/2011 recepita in Italia dal D.Lgs. 106/2017, oppure in possesso di "Attestato di Qualificazione" emesso dal Servizio Tecnico Centrale, se non coperti da Marcatura CE, oppure in possesso di "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'Appaltatore dovrà garantire il rispetto della marchiatura CE per i prodotti da costruzione utilizzati in cantiere, così come previsto D.Lgs. 106/2017 che adegua alla normativa nazionale le disposizioni del 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.).

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

#### ART. 33 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L. 05.11.1971, n. 1086	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica
D.M. 17.01.2018	Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni
Circolare M.I.T.	n. 7 C.S.LL.PP. 21.01.2019
	Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato
	Linee Guida per la messa in opera del Calcestruzzo Strutturale
	Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza
	Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera
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 EN 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
UNI EN 1992	Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in c.a.
UNI ENV 13670-1	Execution of concrete structures
UNI 8866	Disarmanti
D.M. 16.02.2007	Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
CNR DT211/2014	Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo della pavimentazioni di calcestruzzo

### 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. 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.

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 26 maggio 1965 n. 595 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 confezionamento 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 il Regolamento (UE) n. 305/2011 recepito in Italia dal D.Lgs. 106/2017.

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<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continui 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<sup>3</sup>. 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<sup>3</sup>.

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 possieda 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 tonn. di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella - Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (D.M. 17/01/2018)

Origine del Materiale da Riciclo	Classe del Calcestruzzo	Percentuale di Impiego
Demolizione di edifici (macerie)	C8/10	fino al 100%
Demolizione di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo $\geq$ 90%, UNI EN 933-11: 2009)	$\leq$ C20/25	fino al 60%
	$\leq$ C30/37	$\leq$ 30%
	$\leq$ C45/55	$\leq$ 20%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati – da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

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.
- e) **Additivi** - 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, 37, 45, 50 (N/mm<sup>2</sup>).

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 EN 206-1.

L'impasto si impiegherà appena compiute 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. 17 gennaio 2018 nonché, se necessario dal D.M. 14 maggio 1990 attinente ai ponti nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale.

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. 17 gennaio 2018 operando, in particolare, sulla base delle norme UNI EN 12390-2 per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI EN 12390-1 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, UNI EN 12390-3 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 dal 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 prelievi 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. 17.01.2018, 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. 17 gennaio 2018.

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.

#### 1) Struttura prefabbricata

Con il termine «struttura prefabbricata» s'intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera. La progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinati dalle norme contenute nel D.M. 3 dicembre 1987, nonché nella Circ. 16 marzo 1989, n. 31104, D.M. 17.01.2018 ed ogni altra disposizione in materia. I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice, dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato D.M. e precisamente: in serie «dichiarata» o in serie «controllata».

#### 2) Posa in opera

Nella fase di posa in opera e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti

concentrazioni di sforzo. I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle d'esecuzione dell'unione. Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in sito, non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e in ogni modo generare concentrazioni di sforzo.

### 3) Unioni e giunti

Per «unioni» s'intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni. Per «giunti» s'intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad esse spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni. I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguali a quelle degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate, i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole. I giunti aventi superfici affacciate devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili. Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

### 4) Appoggi

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio d'appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm, se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm, se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati. Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a  $(8+l/300)$  cm, essendo «l» la luce netta della trave in centimetri. In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito. Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi, secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

### 5) Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano d'appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche d'urto. Gli elementi vanno posti come e dove indicato in progetto. In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto. L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità. L'elemento deve essere stabile rispetto alle seguenti azioni:

- del peso proprio;
- del vento;
- di successive operazioni di montaggio;
- orizzontale convenzionale.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita d'apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi. Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme. La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

### 6) Accettazione

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato d'origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata, si deve verificare che esiste una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

### 7) Opere di sostegno prefabbricate

Per tali manufatti (muri a parete verticale, ecc.) l'Appaltatore, sentito il parere insindacabile della D.L., dovrà seguire le seguenti prescrizioni:

- fornire e posare in opera a perfetta regola d'arte muri prefabbricati monolitici dimensionati per contenere spinte generate da terrapieni;

- progettare ed installare tali manufatti in zona sismica se del caso;
- verificare che siano prodotti in serie in stabilimento con calcestruzzo di classe Rck 45 MPa e con armatura d'acciaio tipo B450C controllato in moduli di lunghezza fissa (di norma 2,5 m);
- scegliere la sezione orizzontale con una conformazione a "TT o similare" avente spessore dell'ala di valore costante (in genere  $\geq$  a 10 cm) ed altezza dell'anima costante nella parte superiore crescente verso la base; inoltre sia nell'ala che nell'anima si devono prevedere alla base finestrate per consentire il passaggio, sia in senso longitudinale che trasversale, dell'armatura resistente delle fondazioni;
- posare gli elementi prefabbricati su un piano di appoggio in c.a. preventivamente eseguito e provvisoriamente stabilizzati al vento ed agli urti accidentali mediante piastre angolari saldate ad opportuni riscontri nel manufatto prefabbricato stesso e quindi fissate al piano d'appoggio con tasselli ad espansione;
- realizzare la stabilizzazione definitiva dei muri citati per mezzo di fondazioni in c.a. eseguite in opera con calcestruzzo di classe Rck 25 MPa ed armatura in acciaio tipo B450C controllato in stabilimento, che dovranno essere opportunamente dimensionate in funzione dello schema di carico e della capacità portante del terreno (si escludono la realizzazione dei piani d'appoggio e degli scavi);
- infine le strutture in esame dovranno essere costruite da un'azienda in possesso di un sistema di qualità certificato da apposito istituto accreditato, secondo le norme UNI EN ISO 9001.

### ART. 39 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, 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 soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi, e comunque sempre nel rispetto delle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale.

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 provvisorie 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 fibrocompresi 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 normative vigenti. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta 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.17.01.2018).

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.

## 2.2 – IMPALCATI ED ACCESSORI (GIUNTI ED APPOGGI)

### ART. 41 - APPARECCHI DI APPOGGIO

#### 1. Generalità

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera" e di "carrello – cerniera" e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni", alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni", UNI CEN ISO/TS 17892-1, nonché assicurare il rispetto, per i prodotti da costruzione, di quanto previsto dal Regolamento (UE) n. 305/2011 ai sensi, nello specifico per gli appoggi strutturali, del D.M. 11.04.2007.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto costruttivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

- a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, delle deformazioni viscosi ed al ritiro del calcestruzzo;
- b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d) l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- g) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile alle norme UNI;
- h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto. In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogolato sempre secondo le prescrizioni di progetto. Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

## 2. Materiali

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

- a) Acciaio laminato: sarà della classe S235J2G3 (ex Fe 360 D), S275J2G3 (ex Fe 430 D) o S355J2G3 (ex Fe 510 D);
- b) Acciaio fuso a getti: sarà della classe Fe G520 delle norme UNI EN 10293;
- c) Acciaio inossidabile;  
Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 8317.  
Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a  $60^{\circ}\text{C} \pm 2$ , senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.  
La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1 $\mu$  (UNI 3963).
- d) Elastomeri  
Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.- UNI 10018-98.  
Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:
  - resistenza a trazione  $\geq 10 \text{ N/mm}^2$  (UNI 6065);
  - allungamento a rottura  $\geq 300\%$  (UNI 6065);
  - deformazione permanente a compressione (UNI 4913), (50%;24h;70°C)  $\leq 20\%$ ;
  - durezza Shore (come da UNI EN ISO 868).
- e) Politetrafluoroetilene (PTFE).  
Per le superfici di scorrimento.  
Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.  
Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:
  - densità: 2,13÷2,23 g/cm<sup>3</sup>;
  - resistenza a trazione (23 °C),  $\geq 24 \text{ N/mm}^2$ ;
  - allungamento a rottura (23°C)  $\geq 300\%$ ;
  - durezza Shore (come da UNI EN ISO 868).
- f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.  
Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.  
Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35°C.  
Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento.  
Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:
  - penetrazione su campione rimaneggiato, 240÷295 dmm (DIN 51804);
  - punto di congelamento  $\leq -50^{\circ}\text{C}$  (DIN 51556);
  - essudazione (Bleeding) 24h a 150°C  $\leq 3\%$  (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).
- g) Altri materiali  
L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, da quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe 52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:
  - documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
  - proposte da parte dell'Impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione della Committenza,
  - in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

## 3. Prove sui materiali

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione. Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla D.L..

#### 4. Fabbricazione

##### 1. Acciaio inossidabile.

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

Superfici di scorrimento orizzontale.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensioni	Spessore minimo della lastra di acciaio
fino a 600 mm	2,5 mm
più di 600 mm	3,0 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

Superfici curve.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

##### 2. PTFE.

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensioni max. superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente
fino a 600 mm	4,5 mm	mm 2,0 ± 0,2
600÷1200 mm	5,0 mm	mm 2,5 ± 0,2
oltre 1200 mm	6,0 mm	mm 3,0 ± 0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue:

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2 ± 0,2 fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2 ± 0,2.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 Kg. per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

a) Pressioni ammissibili.

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 30 N/mm<sup>2</sup>;



- con carico massimo, 45 N/mm<sup>2</sup>.

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm<sup>2</sup>; se i carichi non agiscono in modo permanente.

In caso contrario verranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm<sup>2</sup>;

- con carico massimo, 25 N/mm<sup>2</sup>.

b) Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento. Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

### 3. Coefficiente d'attrito

L'Impresa dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a -30°C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

### 4. Parti in composizione saldata

La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 17.01.2018. Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

### 5. Protezione anticorrosiva

Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nel punto "verniciature" del presente Disciplinary.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fin al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

### 6. Antipolvere

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.

I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai precedenti punti 3 e 4, dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

## **5. Assemblaggio**

### 1. Collegamenti provvisori

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

### 2. Pre-regolazione

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

### 3. Contrassegni

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

### 4. Riferimenti

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento. In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale. Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

## **6. Posa in opera**

### 1. Verifica delle sedi predisposte

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio.

Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

## 2. Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e soprastanti con zanche d'appoggio.

È a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti. In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta.

Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

## **ART. 42 – RITEGNI ED AMMORTIZZATORI ANTISISMICI**

### **1. RITEGNI ANTISISMICI**

#### **1.1 Requisiti generali**

I ritegni, laddove previsti dal progetto approvato, dovranno consentire la realizzazione di un sistema di vincoli "rigidi" provvisori atti ad impedire durante l'evento sismico i movimenti relativi nella struttura in punti prestabiliti.

Essi si distinguono in:

- tipo fisso: realizza essenzialmente una cerniera sferica (rotazione intorno a 3 assi) con capacità di assorbire azioni sia longitudinali che trasversali;
- tipo mobile: consente gli spostamenti longitudinali derivanti da azioni applicate in modo pressoché statico e capace, invece, di assorbire le azioni impulsive sia longitudinali che trasversali; esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui, portato da uno stelo passante, alloggia un pistone a tenuta che crea due distinte camere riempite con olio idraulico resistente all'invecchiamento e con esclusione di qualsiasi altro tipo di fluido.

I ritegni antisismici dovranno essere costruiti in conformità alle norme tecniche previste dal D.M. 17/01/2018, dalle relative istruzioni di cui alla circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 02/02/2008, nonché dalle norme CNR/UNI 10011.

I dispositivi antisismici dovranno essere muniti di una targhetta metallica di identificazione sulla quale dovranno essere riportati:

- nome del fabbricante e anno di produzione;
- modello;
- massima spinta assorbibile;
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per la verifica di funzionamento in corso di esercizio.

#### **1.2 Protezione delle parti metalliche**

Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici soggette ad aggressione chimica e fotochimica.

#### **1.3 Posa in opera**

Il collegamento dei dispositivi di ritegno con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di un'agevole ispezione, relativa manutenzione (verniciatura) ed eventuale sostituzione che dovrà avvenire senza dover sollevare l'impalcato e senza alcuna limitazione all'esercizio.

Il ritegno tipo fisso dovrà essere sostituibile con un sollevamento massimo dell'impalcato di 40 mm.

## 2. AMMORTIZZATORI ANTISISMICI

Si distinguono le due tipologie:

- ammortizzatori antisismici in neoprene espanso;
- ammortizzatori antisismici in acciaio.

### 2.1 Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso (Elasomerici)

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

Le caratteristiche di rigidità e deformabilità dovranno essere conformi a quelle dichiarate negli elaborati progettuali.

### 2.2 Ammortizzatori antisismici in acciaio

Saranno costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, etc.).

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, nonché di tutte le altre operazioni necessarie alla posa in opera, il tutto a sua cura e spese.

## 3. DISPOSITIVI DI APPOGGIO CON AMMORTIZZATORI SISMICI

I dispositivi di appoggio provvisti di ammortizzatore sismico sono da intendersi come la combinazione di dispositivi di appoggio convenzionale, in acciaio teflon del tipo a neoprene incapsulato o a cerniera sferica, con dispositivi di vincolo orizzontale in grado di fornire una risposta alle azioni sismiche tale da garantire il disaccoppiamento calibrato tra struttura (pile/spalle) ed impalcato.

Essi possono essere dei seguenti tipi:

- fisso alle azioni di esercizio, a risposta sismica elastoplastica assialsimmetrica;
- fisso alle azioni di esercizio, a risposta sismica elastoplastica differenziata secondo due assi;
- mobile unidirezionale in esercizio a risposta sismica elastoplastica assialsimmetrica;
- mobile unidirezionale in esercizio a risposta sismica elastoplastica differenziata secondo due assi.

Per fisso si intende che il dispositivo di vincolo reagisce alle azioni d'esercizio con spostamenti inferiori ai 2/3 dello spostamento convenzionale elastico (punto di ginocchio) cui corrisponde l'innescio della plasticizzazione.

I dispositivi di vincolo dovranno essere coerenti con le prescrizioni già richiamate per gli apparecchi di appoggio menzionati, nonché a quelle previste per le costruzioni metalliche (CNR/UNI 10011/88), nonché alle prescrizioni prestazionali contemplate nelle "Linee guida per la progettazione, esecuzione e collaudo di strutture isolate dal sisma (1998)".

Valgono tutte le altre prescrizioni già menzionate precedentemente per gli appoggi per quanto attinente agli obblighi da parte dell'Impresa per la presentazione del progetto, in considerazione delle specifiche ivi elencate.

I dispositivi nel loro insieme si intendono completi degli ancoraggi meccanici alla struttura, con elementi di vincolo orizzontale, per la risposta calibrata, di tipo meccanico a comportamento elasto-plastico, con rendimento dissipativo superiore all'85%. Gli elementi dissipativi devono presentare le sezioni resistenti e le parti coinvolte nella plasticizzazione ottenute per piegatura a freddo di piatti in acciaio. Gli elementi dissipativi all'occorrenza devono consentire la sostituibilità in opera senza necessità di rimozione dell'appoggio. Gli spostamenti plastici richiesti sotto sisma devono essere pari a quelli di calcolo maggiorati di un fattore di sicurezza (extracorsa) del 50% ( $\delta s_{max} = 1,5 \delta u$ ).

**Prove di qualificazione:** Sono inoltre da fornire, all'atto della presentazione del progetto costruttivo, diagrammi sperimentali di omologazione effettuati presso Laboratori riconosciuti, per prove a fatica oligociclica con successione di serie di 5 cicli alle seguenti escursioni:  $\pm 5$ ,  $\pm 10$ ,  $\pm 20$ ,  $\pm 50$ ,  $\pm 100$  e  $\pm 150$  mm. Deve risultare la perfetta stabilità dei cicli all'interno di ogni serie (variabilità < 5%).

**Prove di accettazione:** Qualora richieste dalla D.L., andranno condotte prove di accettazione in modo da verificare la congruità prestazionale dei dispositivi.

Variabilità ammessa rispetto alle prescrizioni di progetto, solo in termini di forza, in qualsiasi punto del diagramma  $\leq 10\%$ .

Per dispositivi ove la risposta complessiva sia palesemente ottenuta per composizione di quella relativa agli elementi base, è consentito eseguire le prove di accettazione anche sui singoli componenti, purché sia evidente il criterio di composizione dei singoli contributi per ottenere la risposta del dispositivo completo.

Deve essere altresì esplicito come il singolo elemento base si comporti per azioni ortogonali non sincrone (massima deformazione in una direzione e successiva deformazione secondo la direzione ortogonale).

**Materiali:** Sono confermati tutti i materiali già presi in considerazione nel paragrafo degli appoggi oltre alla possibilità di impiego, per la realizzazione degli elementi di reazione all'azione sismica, di acciaio inossidabile in piatti del tipo AISI 304 o 316.

**Fabbricazione, assemblaggio e posa in opera:** Per quanto relativo a questi aspetti valgono le indicazioni già espresse nel paragrafo degli appoggi.

**Protezioni superficiali:** Protezione superficiale delle parti strutturali conforme a quanto già previsto nel paragrafo relativo agli appoggi strutturali.

Le zone di contatto tra gli elementi dissipativi e la struttura dell'appoggio, ove sia previsto uno strisciamento per movimenti elastici in esercizio, devono essere realizzate in modo tale da non compromettere le protezioni superficiali (accoppiamento inox-inox).

### ART. 43 - GIUNTI DI DILATAZIONE

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivo intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

L'amministrazione si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. 17.01.2018 e sue istruzioni emanate con Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 7 C.S.LL.PP. dd. 21.01.2019

Restano a carico dell'impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicate le seguenti operazioni:

- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
  - l'adattamento dei casseri;
  - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi;
  - la posa in opera di altri manufatti metallici annegati nel cls. con le relative zanche di ancoraggio.
- qualora la D.L. ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con piastre di protezione e con quant'altro ordinato dalla D.L..

Tutte le predisposizioni dovranno essere verificate ed accettate dalla D.L..

L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

## 2.3 – MANUFATTI FERROSI E LEGHE

### ART. 44 - STRUTTURE IN ACCIAIO

1. **Generalità:** Le presenti norme prevedono l'impiego degli acciai denominati S235 (ex Fe 360), S275 (ex Fe 430) e S355 (ex Fe 510) dei quali, ai punti successivi e negli elaborati di progetto, vengono precisate le caratteristiche.

E' consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli previsti purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalla vigenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova saranno rispondenti alle prescrizioni delle norme:

- UNI EN ISO 377 – Acciaio e prodotti di acciaio – Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche.
- UNI ISO/TR 12735-2 – Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni.
- UNI EN ISO 6892-1 – Materiali metallici. Prova di trazione: Metodo di prova (a temperatura ambiente).
- UNI EN 10025-1 – Prodotti laminati a caldo di acciaio non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

Le presenti norme non riguardano gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici; valgono, tuttavia, per essi, i criteri e le modalità di controllo riportati nel capitolo 11.3 del D.M. 17.01.2018, relativamente alle lamiere o nastri d'origine. Per essi si possono adottare i metodi di calcolo indicati nella norma CNR UNI 10022 – Profilati d'acciaio formati a freddo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni, oppure metodi fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali chiaramente comprovati.

Potranno inoltre essere impiegati materiali e prodotti conformi alla norma armonizzata o ad un benessere tecnico europeo così come definito dal Regolamento (UE) n. 305/2011, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali del Regolamento (UE) n. 305/2011. Tale equivalenza deve risultare accertata dal Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le strutture metalliche, anche in mancanza di indicazioni precise, dovranno essere conformi alla normativa vigente:

- 1) dalla Legge 5 novembre 1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n° 321 del 21/12/1971);
- 2) dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni";
- 3) dalla circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 7 C.S.LL.PP. del 21/01/2019 (S.O. alla G.U. n° 35 del 11/02/2019) concernente "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018";
- 4) dalla Legge 2 febbraio 1974 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n° 76 del 21/3/1974);
- 5) dalle CNR UNI 10011, 10016 e 10030;
- 6) dalla norma UNI EN 1090-2
- 7) dalla UNI EN 1993 Eurocodice 3: progettazione delle strutture in acciaio
- 8) dalla UNI EN 1994 Eurocodice 4: progettazione delle strutture composte in acciaio-calcestruzzo
- 9) dal progetto esecutivo allegato, dalle specifiche tecniche contenute negli elaborati grafici e nella relazione di calcolo.

Tutti i prodotti metallici dovranno essere qualificati ai sensi del par. 10.1.1 della CNR UNI 10011/88 e del par. 11.1 del D.M. 17.01.2019 ed opportunamente marcati; le forniture dovranno essere accompagnate dalle certificazioni d'origine previste dalla citate Norme.

I profili e le lamiere impiegate dovranno essere in perfette condizioni, esenti da difetti o ruggine, conformi alle UNI 7070/78 (materiali) – 5398/78 (travi IPE), 5397/78 (travi HE) – 7811/83 (tubi).

**Con le relative voci è compreso l'onere per le lavorazioni in officina e di cantiere, il premontaggio in officina, il montaggio (compresi tutti gli oneri diretti ed accessori per trasporto e montaggio), la formazione di pezzi speciali, fori, zanche, piastre, pezzi speciali anche se non previsti dai disegni, a semplice richiesta della D.L..**

**E' altresì compreso l'onere per le bullonature, le saldature, la messa in opera di bulloni ad espansione, le eventuali sigillature con malta neoplastica antiritiro ad alta resistenza nelle parti di unione tra strutture metalliche e cementizie, secondo le specifiche richieste in sede progettuale.**

**L'Appaltatore dovrà eseguire un "Piano di Montaggio" contenente le modalità e i tempi previste per il montaggio delle strutture; tale piano dovrà essere sottoposto ed approvato preventivamente dalla D.L..**

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L.:

- a) il progetto costruttivo (disegni di officina e di cantierizzazione) delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché delle opere provvisorie.

Nel progetto costruttivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

b) tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti costruttivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dal Progetto Esecutivo e dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.NA. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere un apposito progetto delle geometrie di preparazione dei lembi ed un progetto delle prove.

L'Impresa sarà tenuta a qualificare preventivamente il personale ed i procedimenti di saldatura, dando alla D.L. la documentazione di quanto predisposto.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 17.01.2018 e sulla scorta del documento dell'Istituto Italiano della Saldatura, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione. In sede di offerta l'impresa dovrà tener conto che per le saldature a completa penetrazione i controlli radiografici interesseranno il 100 dei cordoni e per quelle a cordone d'angolo le prove magnetoscopiche saranno su almeno il 50% dello sviluppo dei cordoni.

**Per il progetto costruttivo, l'impresa dovrà presentare in formato DWG, i disegni di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura. I pesi saranno stabiliti in base alle dimensioni teoriche di ogni elemento, detraendo i fori dei bulloni, e moltiplicando i volumi per il peso specifico di 7.850,0 kg/m<sup>3</sup>. Non si terrà conto di sovrassessori di laminazione. Le tolleranze in diminuzione sono fissate inderogabilmente in 0,2mm per elementi fino a 10mm di spessore, 0,4mm per elementi di spessore compreso fra i 10 ed i 20mm, 1,0mm per spessori superiori ai 20mm.**

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

2. **Collaudo tecnologico dei materiali:** Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 17.01.2018.

3. **Collaudo dimensionale e di lavorazione:** La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei lavori.

4. **Controlli in corso di lavorazione**

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina, dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione

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

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marchio di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo, per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano a d'arte. Dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:
- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressioni. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare, i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli allacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previsto dal D.M. del 17.01.2018; entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano, con assoluto divieto dell'uso della fiamma, e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza) le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri:  $\varnothing = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30$  mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni normali e ad attrito con bulloni, di strutture che, a giudizio della Direzione Lavori, potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8G e 10K.

5. **Montaggio:** Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene o altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

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

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

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultano centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista del D.M. 17.01.2018 sopracitato, si dovrà provvedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il

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

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo 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, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

**6. Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio:** Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate (e ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per contrastare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 04.05.1990 e 17.01.2018.

**7. Preparazioni delle superfici:** E' sempre compresa l'accurata sgrassatura delle superfici, la sabbiatura con grado St 2 di tutti i profili e delle lamiere, l'esecuzione di fori anticondensa nei tubolari, l'accurata molature delle saldature; il tutto sia in officina che in cantiere.

**8. Saldature:** Dovranno essere impiegati i materiali ed i procedimenti previsti dalle CNR UNI 10011/88 – paragrafo 2.5.1. Gli elettrodi saranno di tipo omologato secondo la UNI EN ISO 2560.

I giunti saranno (salvo diversa ed esplicita indicazione sugli elaborati) tutti di 1ª classe.

Tipologia e quantità di controlli non distruttivi sulle saldature saranno decisi dalla D.L., con onere a carico dell'Appaltatore.

### 8.1 Controlli non distruttivi dei giunti saldati.

In corrispondenza dei giunti a croce, prima dell'esecuzione delle saldature, le lamiere sollecitate al traverso corto dovranno essere controllate con ultrasuoni (UNI EN 10160 Classe B), per una striscia di circa 100 mm a cavallo dell'asse del giunto.

I collegamenti saldati saranno sottoposti ai seguenti controlli non distruttivi, nelle percentuali indicate:

- Giunti a T con cordoni d'angolo e a parziale penetrazione:

- Esame visivo: 100% delle saldature;
- Esame magnetoscopico: 20% delle saldature di composizione dei cassoni;  
10% delle saldature rimanenti;

- Giunti testa a testa e a T a piena penetrazione:

- Esame visivo: 100% delle saldature;
- Esame magnetoscopico: 20% delle saldature (100% sui giunti a croce);
- Esame ultrasonoro: 100% dei giunti tesi e dei giunti a croce;  
50% dei giunti compressi trasversali;  
25% dei giunti sollecitati parallelamente al loro asse;

- Pioli NELSON :

- Esame visivo: 100% delle saldature;
- Prova di piegamento a 30° : 5% delle saldature;

**8.1.1 Esame visivo:** Sarà applicato, secondo le modalità della UNI EN ISO 17637.

**8.1.2. Esame magnetoscopico:** L'esame magnetoscopico sarà condotto secondo le modalità della UNI EN ISO 17638.

**8.1.3. Esame ultrasonoro:** L'esame ultrasonoro sarà adottato in tutti i giunti a piena penetrazione, e sarà condotto secondo le modalità di classe 1 della norma UNI EN ISO 17640.



## 8.2. Criteri di accettabilità dei difetti

Per quanto riguarda i controlli non distruttivi di cui sopra, le saldature, in funzione della loro importanza, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- Saldature principali: i giunti di testa, i giunti anima-piattabanda, le nervature trasversali alle piattabande o al fondo, dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN ISO 5817 classe di qualità B;
- Saldature secondarie: le altre saldature dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN ISO 5817 classe di qualità C;
- Saldature dei pioli NELSON: le saldature dei pioli dovranno soddisfare i requisiti della norma CNR 10016-85 Appendice B.

### 8.2.1. Estensione dei controlli in caso di esito negativo.

Nel caso di esito negativo, i controlli non distruttivi saranno estesi per 1 m da ogni lato del difetto o, nel caso di giunti corti (inferiori a 1 m) a due giunti adiacenti.

Nel caso di ulteriori difetti i controlli saranno estesi al 100% del giunto difettoso.

Nel caso vengano rilevati difetti planari, l'estensione al 100% sarà immediata.

Il ritorno alle percentuali di controllo stabilite dalla specifica sarà deciso dalla Direzione dei Lavori in funzione dell'esito dei successivi controlli. La Direzione dei Lavori ha facoltà di avvalersi, per le valutazioni specifiche in questione, del contributo di un terzo Organismo Indipendente di suo gradimento e di comprovata specializzazione nel settore.

## 9. Unioni Bullonate:

I bulloni, in mancanza di precisa indicazione progettuale, avranno classe minima 8.8, ovvero 10.9 secondo indicazioni progettuali; le viti e dadi saranno conformi ad UNI 3740 ed alle norme CNR UNI 10011.

Se richiesti zincati lo saranno con il metodo galvanico, con spessore minimo di rivestimento di 5 micron; saranno completi di rondella e, quanto richiesto, di contro dado.

## 10. Bulloni ad espansione:

I bulloni ad espansione saranno di tipo meccanico, con vite in acciaio 8.8, conformi ad ISO 898T1, zincati galvanicamente con spessore minimo di zincatura di 5 micron.

Saranno dotati di rondella, segnale di marcatura della profondità di posa minima, manicotto antirotazione, manicotto d'espansione.

Dovranno essere forniti da primaria casa che ne certifichi le caratteristiche di resistenza, l'idoneità a sopportare carichi dinamici.

La resistenza, oltre che attraverso certificazioni e collaudi del fornitore, potrà, a discrezione della D.L. essere verificata in opera, a campione, con apposito estrattore; l'onere delle prove resta a carico dell'Appaltatore.

La profondità minima del foro sarà quella indicata dal progetto o dal produttore; il foro dovrà essere perpendicolare alla superficie ed accuratamente pulito prima dell'introduzione del tassello.

La coppia di serraggio sarà quella prevista dal produttore.

Sono compresi e compensati tutti gli oneri per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## 11. Strutture imbullonate:

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite;
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei contro dadi.

### 11.1. Esecuzione e controllo delle unioni

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni deve essere effettuato secondo il D.M. 17.01.2018 e conformemente alle istruzioni del produttore riportate sulle confezioni; se non in contrasto il serraggio può essere effettuato:

- a) per le classe 8.8 e 10.9 mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ .

La norma CNR 10011 detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi ed il modo in cui devono essere montate le rosette.

Diametro D (mm)	Area Resistente Ares (mm <sup>2</sup> )	Coppia di Serraggio T <sub>s</sub> (N*m)					Forza Normale N <sub>s</sub> (kN)				
		4.6	5.6	6.6	8.8	10.9	4.6	5.6	6.6	8.8	10.9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

- b) per le classe da 4.6 a 6.6 mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra 90° e 120° con tolleranze di 60° in più.

**Prima di effettuare le bullonature di una singola opera, devono essere effettuate sulle prime strutture le prove di prequalifica dei serraggi con tutte le pistole e gli operatori che poi verranno utilizzati.**

Durante il serraggio la norma CNR UNI 10011 consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni;
- per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:
  - si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
  - dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc..

## ART. 45 – DISEGNI D'OFFICINA

I disegni esecutivi contengono tutte le informazioni necessarie al fabbricatore per poterlo mettere in condizione di sviluppare i suoi disegni d'officina.

Tutte le dimensioni riportate nei disegni esecutivi dovranno essere controllate mediante un rilievo dell'esistente a carico dell'Impresa.

I disegni d'officina sono i disegni elaborati dall'Affidatario e dal suo fabbricatore, che, basandosi e partendo dai disegni esecutivi, contengono tutte le informazioni relative alla fabbricazione e messa in opera delle strutture in acciaio.

È responsabilità dell'Impresa e del suo fabbricatore, partendo dai disegni esecutivi, preparare tutti i disegni d'officina e di fabbricazione necessari per il progetto e per il cantiere, e sottoporli per approvazione alla D.L.. L'approvazione della D.L. non esime l'Impresa dalla responsabilità che questa ha nel produrre correttamente tutte le informazioni necessarie per i disegni d'officina.

## ART. 46 – VERNICIATURA E ZINCATURA DI STRUTTURE IN ACCIAIO

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.

Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

La protezione potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati: potranno essere invece zincati a caldo.

### 1. Zincatura

Il trattamento di zincatura a caldo degli elementi in acciaio dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche (taglio, piegature, forature, saldature, etc.) e dovrà essere preceduto da un ciclo di sabbiatura SA 2112 oppure trattamento di decapaggio chimico.

La protezione delle superfici sarà ottenuta con zincatura a bagno caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461 e dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie ed esente da difetti visibili come bolle, punte aguzze e zone non zincate.

Il rivestimento di zinco dei vari elementi dovrà avere spessore secondo quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 1461 prospetto 2.

Non dovranno essere effettuate operazioni di passivazione successive al trattamento di zincatura in quanto possono contrastare la chimica dei pretrattamenti effettuati dalle verniciature.

### 2. Verniciatura a polvere termoidurente

Il ciclo di verniciatura previsto, completo di pretrattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice al supporto zincato, è il seguente:

- sgrassaggio mordenzante in fase acida, atto a rimuovere contaminanti organici, quali olii di lavorazione e residui da stoccaggio e manipolazione con rimozione acida degli eventuali ossidi presenti sui particolari; decapaggio effettuato ad immersione per un tempo variabile a seconda del grado di ossidazione dello zinco;
- risciacquo con acque di rete;
- risciacquo con acqua mineralizzata con conducibilità inferiore a 30 $\mu$ S, per una completa rimozione dei sali di trattamento non ancorati, senza lasciare alcun dannoso deposito salino sotto vernice;
- trattamento di passivazione fluozirconica no rinse esente da cromo, atto a depositare sul pezzo con ottimo ancoraggio chimico un sottile strato di fluoruro di zirconio (spessore 0,5÷0,6  $\mu$ m) necessario per un'ottima resistenza alla corrosione ed a migliorare l'ancoraggio della vernice; effettuato ad immersione per un tempo minimo di 5 minuti;
- asciugatura a temperatura inferiore a 150° C;
- verniciatura in automatico con applicazione di vernice in polvere termoidurente nella versione Poliestere per architettura TGIC Free, tinta RAL ad effetto superficiale a richiesta;
- polimerizzazione in forno ventilato a circolazione d'aria forzata fino a completa reticolazione del film di vernice rispettando le indicazioni riportate nella scheda tecnica del fornitore del prodotto verniciante;
- il film di vernice così ottenuto dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

1	spessore:	minimo 70 $\mu$ m su tutte le facce dell'elemento;
2	aderenza:	grado 0 secondo UNI EN ISO 2409 (prova di quadrettatura) e comunque minimo 3 MPa secondo UNI EN ISO 24624 (test di pull-off);
3	resistenza agli urti: secondo UNI 8901	per caduta di una massa di 1kg da un'altezza di 30cm. non devono verificarsi screpolature o distacchi di pellicola;
4	resistenza all'umidità: secondo UNI 8744	la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2mm. dopo 400 ore di esposizione; non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

## ART. 47 – VERNICIATURA DI STRUTTURE IN ACCIAIO

### 1. Generalità

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica.

Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

## 2. Ciclo <<B>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

<u>1° strato</u>	
Mano di fondo epossidica pigmentata con Zn PO <sub>4</sub> (fosfato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.	
Caratteristiche formulative della mano di fondo:	
- tipo di legante - PVC % - % pigmento sul totale delle polveri - tipo di pigmento - legante secco % - spessore del film - metodo di applicazione	Epossidica ≥ 36 % ≥ 25 % fosfato di zinco Zn PO <sub>4</sub> 26 % 30 ÷ 40 μ Pennello
<u>2° strato</u>	
Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> ), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.	
Caratteristiche formulative della mano intermedia:	
- tipo di legante - PVC % - % pigmento sul prodotto finito - tipo di pigmento - legante secco % - spessore del film - metodo di applicazione	epossidico ≥ 40 % ≥ 11 % biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> ) 26 % 80 ÷ 100 μ pennello
<u>3° strato</u>	
Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di poliisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTMD 2615/67T).	
Caratteristiche formulative della mano di finitura:	
- tipo di legante - PVC % - % pigmento sul prodotto finito - tipo di pigmento - legante secco % - spessore del film - metodo di applicazione	poliuretanico ≥ 16 % ≥ 26 % biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> ) 39% 30 ÷ 40 μ Pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue.

### Ciclo di verniciatura << B >>

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	Epossidico	eossidico	poliuretanica
PVC %	≥36%	≥40%	≥16%
% pigmento sul totale polveri	≥25%	--	--
% pigmento sul totale finito	--	≥11%	≥26%

Tipi di pigmento	fosfato di zinco (Zn PO <sub>4</sub> )	biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )	biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film	30 ÷ 40 μ	80 ÷ 100 μ	30 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	Pennello	pennello	pennello – rullo

### 3. Preparazione del supporto

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

### 4. Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive.

1) Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI EN 10139 sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta.	6 h	60° C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261/66).	12 h	35° C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I. 5687-73)	12 h	35° C
Radiazione ultravioletta.	6 h	60° C
Immersione in soluzione satura di Ca Cl <sub>2</sub> .	12 h	35° C

Dopo il ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230.

Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714/56) (DIN 53210):

Ciclo <<B>>	Blistering:	1° strato = 9M 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

4) Adesione (DIN 53151):

Ciclo <<B>>	G <sub>to</sub>	(stacco nullo)
-------------	-----------------	----------------

5) Spessore films secchi:

Ciclo <<B>>	1° strato = 30μ 2° strato = 90μ 3° strato = 35μ
-------------	---

6) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg.

Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

7) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

8) Prova di piegatura a 180°(su lamierino d'acciaio UNI EN 10139) con mandrino Ø 4 mm

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

### 5. Prove di accettazione dei prodotti.

L'Impresa dovrà preventivamente inviare al Centro Sperimentale Stradale ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
  - caratteristiche di composizione: foglio A;
  - caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale del solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrometrica all'infrarosso. La Direzione dei Lavori potrà far accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali.

Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

#### Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N°	Prova (ciclo <<B>>)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine		RO	
3	Adesione		G <sub>to</sub>	
4	Spessore films secchi	30 $\mu$	90 $\mu$	35 $\mu$
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale			$\geq 80\%$

## **3. OPERE D'ARTE IDRAULICHE**

### **3.1 - IMPERMEABILIZZAZIONI**

#### **ART. 48 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE IN C.A.**

##### **1. MALTE POLIMERICHE**

Sistema protettivo a base di malta polimerica bicomponente a basso modulo elastico in grado di garantire durabilità ed impermeabilizzazione alle opere infrastrutturali.

L'alta resistenza garantisce la qualità dell'impermeabilizzazione nel tempo mentre il basso modulo elastico consente all'impermeabilizzazione di adattarsi ad eventuali deformazioni della struttura senza degradarsi.

Lo spessore reso è di 10 mm.

- 1.1 **Descrizione e campi di applicazione:** Il sistema PPC (Polymer Protect Coating) è un rivestimento strutturale indicato per la protezione di superfici in calcestruzzo esposte ad azione di agenti chimici e fisici, quali ad esempio sali disgelanti e cicli di gelo-disgelo. Particolarmente adatto alla conservazione di strutture all'estradosso di ponti e viadotti situati in ambienti con clima rigido.

1.2 **Ciclo di applicazione.**

Preparazione della superficie in calcestruzzo: Prima dell'applicazione del PPC è necessario trattare la superficie in calcestruzzo meccanicamente, al fine di rimuovere la boiaccia superficiale, tutte le particelle in fase di distacco ed eventuali residui di oli o grassi. Si utilizzerà in questa fase la pallinatura con microsfere in acciaio oppure un'energica sabbatura; nei casi più difficili può essere opportuno bocciardare o fresare leggermente il calcestruzzo. La superficie del calcestruzzo, prima dell'applicazione, deve essere perfettamente asciutta e priva di polvere.

Polymer H 100, primer del PPC: La posa del PPC si compone di due distinte fase. La prima comprende l'applicazione di una mano di primer H 100, una resina acrilica molto fluida, a cui va aggiunto un iniziatore di reazione.

L'iniziatore va aggiunto alla resina e quindi è necessario mescolare per alcuni minuti, fino a che si è ben sciolto nella resina. Il consumo di primer, per una superficie mediamente rugosa, è di circa 350 g/m<sup>2</sup>. Va steso in strato molto sottile con spatole gommate o a rullo. Una volta aggiunto l'iniziatore, il primer è lavorabile, alla temperatura di 20°C, per circa 12 minuti; in presenza di forte irraggiamento solare, associato ad alte temperature, questo tempo si riduce in maniera considerevole, anche a 3÷4 minuti. Vanno quindi preparate modeste quantità di resina per volta, ad esempio 10 litri, e applicati rapidamente. Mentre il primer è ancora in fase liquida va cosparso con una sabbia di quarzo sferoidale con granulometria compresa tra 0,7 e 1,2 mm, in ragione di circa 1,5 kg/m<sup>2</sup> al fine di aumentare la superficie specifica di aggrappo del successivo rivestimento. Ad indurimento avvenuto è consigliabile soffiare con aria compressa la superficie del primer, al fine di rimuovere la sabbia in eccesso.

Polymer H 300, la resina base del PPC: Il rivestimento PPC va posato su primer indurito e perfettamente asciutto. La malta polimerica risulta dalla miscelazione della resina Polymer H 300 con la parte inerte, una sabbia di quarzo sferoidale con appropriata curva granulometrica. Le proporzioni di miscelazione sono 1 : 4 in peso. Dosare la resina in un contenitore e quindi aggiungere l'inerte, per poi miscelare servendosi, preferibilmente, di agitatore meccanico, fino ad ottenere un impasto omogeneo. La malta così ottenuta è lavorabile, alla temperatura di 20°C, per circa 10 minuti; anche in questo caso, in presenza di forte irraggiamento solare, associato ad alte temperature, questo tempo si riduce in maniera considerevole, anche a 5 minuti. Nel caso sia previsto posare una pavimentazione in conglomerato bituminoso, al di sopra del rivestimento, prima che questo faccia presa, è necessario cospargerlo con una sabbia di quarzo sferoidale con granulometria compresa tra 2 e 3 mm, in ragione di circa 1,5 kg/m<sup>2</sup>, al fine di migliorare la coesione dei due strati.

- 1.3 **Caratteristiche:** Per raggiungere una totale protezione delle superfici in calcestruzzo, è necessario posare il PPC in spessori minimi di 6 mm fino ad un massimo di 12 mm. Rivestimenti di tale spessore sono trafficabili, subito dopo la presa della malta polimerica, anche da mezzi pesanti e cingolati gommati. Le principali caratteristiche sono:

Prova	Norma di Riferimento	Valore Medio
Resistenza a trazione per flessione a 10 °C	D.M. 03/06/1968	15 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a rottura per compressione	D.M. 03/06/1968	18 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico secante a compressione	UNI 6556	< 1.800 N/mm <sup>2</sup>
Adesione al calcestruzzo misurata allo strappo	DIN ISO 4624	> 2 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a cicli di gelo - disgelo	RILEM CDC/2	0,02 mg/mm <sup>2</sup> dopo 50 cicli
Resistenza all'abrasione	art. 6 D.M. 2234 16/01/1940	< 2 mg/mm <sup>2</sup>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 12390-13	< 0,10 % in peso
Penetrazione dello ione cloruro	UNI 7928	Nulla dopo 200 ore

### 3.2 – DRENAGGI, CONDOTTE E POZZETTI

#### ART. 49 - DRENAGGI

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 17 gennaio 2018 (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<sup>2</sup>. 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. 50 - 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 (Classe C20/25);
- 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 (Classe C20/25). Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

### ART. 51 - TUBAZIONI IN C. A. CENTRIFUGATI E TURBOCENTROFUGATI

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

<b>Sistema di prefabbricazione:</b>	a compressione radiale – <b>Turbocentrifugato</b>
<b>Normativa di riferimento:</b>	<b>UNI EN 1916 (CE)</b> (come da DOP e marcatura CE allegate) <b>DIN 4035 – D.M. 17.01.2018</b>
<b>Armatura</b> Tipo a spirale:	in acciaio tipo B450C, dimensioni per carichi stradali di 1° categoria secondo D.M. 17.01.2018, risultante da calcolo statico
<b>Giunto</b> 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
<b>Cemento</b>	Portland tipo II/A – LL 42,5 R secondo UNI EN 197/1 e marchiato CE
<b>Acqua</b>	naturale, con contenuto in cloruri e solfati secondo norma UNI EN 1008
<b>Inerti</b> sabbia: pietrisco:	UNI 8520/2 cat. A – marchiati CE 0/6 mm 6/12 mm
<b>Calcestruzzo</b> resistenza caratteristica di compressione a 28 gg	$R_{ck} > 50$ N/mm <sup>2</sup> (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'installazione 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 a 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 ghiaio 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. 52 - 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 (Classe C20/25). 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. 53 - 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/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

### ART. 54 - 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 troncoconici 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<sup>3</sup> 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<sup>2</sup> (Classe C35/45), nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 37 N/mm<sup>2</sup> (Classe C30/37) 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<sup>2</sup> (Classe C16/20). 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 cestelli 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 sdruciolevoli 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 cestelli 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<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> 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. 55 - 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 cammino 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. 56 - 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. 57 - 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<sup>3</sup> di impasto per il fondo e a 300 kg per m<sup>3</sup> per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m<sup>3</sup>. 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  $\Phi$  8 mm/m e 3  $\Phi$  7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

#### **ART. 58 - 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. 59 - 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 m<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> 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.

### 3.3 – SISTEMAZIONI FLUVIALI

#### ART. 60 - SCOGLIERE

##### 1. Scogliera rinverdata

Utilizzabile lungo le sponde di corsi d'acqua con notevole trasporto solido ed alta velocità della corrente, quale difesa longitudinale per il consolidamento e contro l'erosione delle sponde, con l'impiego di grossi massi e di talee di salice inserite nelle fessure tra i massi stessi.

I materiali impiegati saranno:

- massi ciclopici  $\varnothing$  0,5÷1,0 m;
- talee di salice L min. 1,0 m;
- inerte terroso per l'intasamento delle fughe.

Le modalità esecutive saranno le seguenti:

- a) disposizione irregolare dei massi lungo la scarpata, procedendo dal basso verso l'alto;
- b) superato il livello medio dell'acqua si procede alla contemporanea messa a dimora delle talee di salice di lunghezza tale da raggiungere il terreno retrostante i massi;
- c) intasamento delle fessure tra massi con materiale terroso fine (non necessariamente terreno vegetale);
- d) nel caso di inserimento a posteriori delle talee di salice, sarà necessario provvedere alla realizzazione tra i massi di un foro, nel quale inserire la talea. In tal modo tuttavia si rischia di non far passare la talea da parte a parte fino a toccare il terreno retrostante la scogliera.

In fase esecutiva dovranno essere osservate le seguenti raccomandazioni:

- a) l'inserimento di talee dovrà avvenire preferibilmente durante la fase di costruzione;
- b) le talee dovranno essere passanti la struttura, in modo da toccare il terreno retrostante;
- c) i massi dovranno essere di provenienza locale evitando litologie alloctone che sono non coerenti con quelle locali, richiedono grosse incidenze energetiche e di relativi impatti per il trasporto, rimandano ad altri i problemi delle cave di provenienza.

Formazione di scogliera in grossi massi ciclopici rinverdata, quale rivestimento e difesa di scarpate spondali, dovrà essere realizzata mediante:

- sagomatura dello scavo, regolarizzazione del piano di appoggio con pendenza non superiore a 35° (40°);
- realizzazione del piede di fondazione con materasso o taglione (altezza di circa 2,0 m e interrimento di circa 1,0 m al di sotto della quota di fondo alveo) in massi, ad evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilizzazione del pietrame in elevazione. Il materasso di fondazione deve essere realizzato prevedendo eventuali soglie di consolidamento costruite sempre con grossi massi, o anche con la realizzazione di piccoli repellenti;

- realizzazione della massicciata in blocchi di pietrame per uno spessore di circa 1,50 m, inclinati e ben accostati, eventualmente intasati nei vuoti con materiale legante (al di sotto della linea di portata media annuale) oppure legati da fune d'acciaio. I blocchi devono avere pezzatura media non inferiore a 0,4 m<sup>3</sup> e peso ( 5÷20 q.li ) in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente d'acqua e della forza di trascinamento. Le pietre di dimensioni maggiori vanno situate nella parte bassa dell'opera. Nel caso che il pietrame venga recuperato nell'alveo, è necessario fare in modo che non venga alterata eccessivamente la struttura fisica dello stesso (dimensione media del pietrame di fondo, soglie naturali, pendenza);
- impianto durante la costruzione di robuste talee di salice, di grosso diametro, tra le fessure dei massi (al di sopra della linea di portata media annuale), poste nel modo più irregolare possibile, in genere vanno collocate 2÷5 talee/m<sup>2</sup> ( su aree soggette a sollecitazioni particolarmente intense anche 5÷10 talee/m<sup>2</sup> ) e di lunghezza tale (1,50÷2,00 m) da toccare il substrato naturale dietro la scogliera. I vuoti residui devono essere intasati con inerte terroso.

## 2. Scogliera intasata con calcestruzzo

Utilizzabile sempre lungo le sponde di corsi d'acqua quale difesa longitudinale per il consolidamento e contro l'erosione delle sponde, con l'impiego di grossi massi i cui interstizi vengono intasati con calcestruzzo, nella fondazione e nell'elevazione.

Tale calcestruzzo avrà le seguenti caratteristiche minime:

- a)  $R_{ck}$  200 da N/cm<sup>2</sup> (Classe C15/20);
- b) D 30;
- c) Slump compreso tra 10÷15 cm.

Durante la fase di intasamento a mezzo calcestruzzo dovrà e posa in opera adeguate tubazioni in P.V.C. per il drenaggio del diametro minimo pari a 125 mm., nelle posizioni che verranno indicate dalla D.L..

## **4. OPERE SPECIALI NEL TERRENO E DI DIFESA**

### **4.1 – PALI, MICROPALI, TIRANTI, BERLINESI**

#### **ART. 61 - 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 rotopercolazione.

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. 62 - PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI)**

1. **Norme:** La normativa a cui attenersi strettamente è quella contenuta nel D.M. 17 gennaio 2018 (punto 6) ed alle raccomandazioni A.I.C.A.P. relative agli ancoraggi nei terreni e nelle rocce del giugno 2012.
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. 17.01.2018, 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<sup>2</sup>. Per terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 2.000 Kg/cm<sup>2</sup> 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 filettati. 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 frammenti 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 sottopinto.

- 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 miscele con il fluido di perforazione; si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre la tubazione di convogliamento allorché 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 boiaccia 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:  $R_{ck} > 300 \text{ kg/cm}^2$  (Classe C25/30);

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  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento e  $2,65 \text{ g/cm}^3$  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  $\pm 5$  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. 63 - 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 rotopercolazione, 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  $\pm 15$  cm;  
                              pali aventi diametro  $D \geq 600$  mm  $\pm 25$  cm;
- quota testa palo:    $\pm 5$  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 ultimare 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<sup>3</sup>. 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 sottopinto.
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 indicazioni 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 avvitemento. 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 prefiori 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 cerchiate 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  $d \geq 700$  mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura, 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 Disciplinare. Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria. La dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2,5 \geq i_{min}$  dove  $i_{min}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm. Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno. Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) 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 (UNI 9858) 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<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d < 800$  mm e di 20 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d \geq 800$  mm. L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

16. **Fanghi bentonitici:** I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefiori 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. 64 - 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. 17 gennaio 2018 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. 65 - 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 aggiunga 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.

## ART. 66 - TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali operanti in trazione e atti a trasmettere forze al terreno.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- testa, costituita da dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- tratto attivo o bulbo di ancoraggio, costituito dalla parte terminale del tirante e atto a garantire il collegamento e la trasmissione delle forze di trazione del tirante al terreno.

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto, i tiranti si distinguono in provvisori, se la durata della funzionalità non supera i trenta mesi, e permanenti se la durata della funzionalità supera tale termine.

Le caratteristiche geometriche e strutturali del tirante saranno stabilite dalle relative voci di Elenco Prezzi Unitari o di Elenco Descrittivo delle Voci e/o dalle specifiche di cui agli allegati elaborati progettuali.

Ai sensi del capitolo 11.5.2. del D.M. 17.01.2018 ed al punto C11.5 delle relative istruzioni (Circolare n. 7/CSLLPP dd. 21.01.2019) tutti i materiali e componenti utilizzati per i tiranti permanenti e provvisori di ancoraggio per uso geotecnico, devono essere conformi alle prescrizioni contenute nelle relative Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica del Servizio Tecnico Centrale (Decreto n. 12391 dd. 22.12.2011), devono essere qualificati conformemente alle vigenti norme tecniche ed essere muniti di certificato di idoneità tecnica ai sensi del D.M. 17.01.2018, come richiesto dalle "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica per i tiranti di ancoraggio per uso geotecnico di tipo attivo" (Decreto n. 12391 dd. 22.12.2011) emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale.

1. **Prove tecnologiche preliminari:** Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti dovrà essere messa a punto mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova che saranno totalmente a carico della ditta appaltatrice.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e il grado di omogeneità del sottosuolo.

Tale numero dovrà essere pari ad almeno il 2% del numero totale dei tiranti con minimo di 2 (due).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P. su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" giugno 2012.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso la Direzione Lavori stabilisca in corso d'opera la variazione della metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dare corso alla esecuzione di nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire coi minimo di un tirante di prova.

2. **Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali:** Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione e i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

L'ambiente sarà da considerarsi aggressivo nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione nei casi in cui si verifichi una delle seguenti condizioni, l'accertamento delle quali deve intendersi a carico dell'impresa:

- il grado idrotimetrico dell'acqua del terreno o di falda risulti minore di 3 gradi F.;
- il valore del pH dell'acqua risulti minore a 6;
- il contenuto di CO<sub>2</sub> disciolta nell'acqua risulti maggiore a 30 mg/l;
- il contenuto in NH<sub>4</sub> dell'acqua risulti maggiore a 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti maggiore a 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti maggiore a 600 mg/l o maggiore a 6.000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori ai 50 KW.

In ambiente aggressivo l'idoneità del tipo di cemento impiegato dovrà essere certificata dall'impresa e il relativo utilizzo dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

3. **Acciai e dispositivi di bloccaggio:** Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio (trefoli o barre di acciaio) dovranno essere conformi alle norme del D.M. 17.01.2018 in applicazione all'art. 21 della Legge 05.11.1971, n. 1086.

Le testate dell'ancoraggio devono essere qualificate in conformità alla ETAG 013 "Post-tensioning Kits for Prestressing of Structures Edizione giugno 2002" ed alle sopracitate Linee Guida Decreto n. 12391 dd. 22.12.2011. Nella documentazione tecnica rilasciata dal produttore ed accompagnante la fornitura, dovrà essere indicata la conformità alle prescrizioni della predetta linea guida ETAG 013 (resistenza a carico statico e resistenza a fatica). L'acciaio della piastra di appoggio deve essere conforme alle norme UNI EN 10025 e munito della relativa marcatura CE.

Il dispositivo di bloccaggio deve essere protetto dalla corrosione a mezzo di cappuccio; questo componente deve essere smontabile per garantire l'ispezione e la ritesatura del tirante, ove prevista; nella documentazione tecnica rilasciata dal produttore ed accompagnante la fornitura, dovranno essere dichiarate le caratteristiche del prodotto (impermeabilità, resistenza alla fragilità da invecchiamento, alle radiazioni ultraviolette, conservazione delle caratteristiche per il tempo di impiego previsto, etc.) ed il campo di temperatura entro il quale sono garantire, fornendo altresì indicazioni sulle modalità di sigillatura e sui particolari di accoppiamento con la piastra di appoggio.

4. **Miscela di iniezione, composizione e controlli:** 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 alla norma UNI 9858. 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/cm<sup>2</sup>.

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 fornisce risultati conformi a quanto richiesto, le iniezioni saranno sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con idonee caratteristiche.

Dovrà essere fatto il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante l'esecuzione di un prelievo ogni tirante.

La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (>20 giri al secondo) o a ciclone.

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.

5. **Elementi di protezione:** In relazione all'aggressività dell'ambiente si distinguono le seguenti due classi di protezione:

- CLASSE 1: per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo. La protezione consisterà in una guaina in polietilene o in polipropilene che avvolgerà i trefoli nel tratto libero;
- CLASSE 2: per tiranti permanenti in ambiente aggressivo con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene, flessibile o semirigida, liscia per il tratto libero e grecata per il tratto attivo del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà essere garantito e protetto da eventuali lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive maggiore a 5 mm e una differenza tra i diametri interni maggiore e minore superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo dovrà essere ulteriormente protetto da una guaina individuale in PVC, polietilene o polipropilene, nella parte libera e da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata, nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del foro e tra l'armatura e la guaina dovranno essere riempiti o iniettati con miscela cementizia.

6. **Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione:** I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela.

In ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiale non metallico, di resistenza adeguata agli sforzi che dovranno sopportare, ed essere disposti a intervalli non superiori a 2 metri nel tratto libero e di metri 1,50 nel tratto attivo, intervallati da legature in modo da dare al fascio dei trefoli una conformazione a ventri e nodi.

I tamponi di separazione tra la parte libera e la parte attiva dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alla pressione di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) di caratteristiche tali da garantire la protezione dell'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con il coefficiente di sicurezza pari all'1,5 e comunque una pressione di rottura superiore alle 10 bar;
- diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso di presenza nella miscela di aggregati.

7. **Assemblaggio e posa delle armature:** Nel caso di impieghi di armature e trefoli gli elementi costitutivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo eventualmente il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere ove per particolari motivi fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costitutivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta a cura e spese dell'impresa ed in prossimità del luogo di impiego, un'adeguata attrezzatura per la corretta confezione degli ancoraggi stessi.

In tal caso i componenti dovranno essere immagazzinati al coperto ed in modo che non subiscano danneggiamenti durante la giacenza.

Dovrà inoltre essere accuratamente evitato il contatto con il terreno e altri materiali che possano danneggiare l'ancoraggio.

La confezione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale esperto e consisterà nelle seguenti fasi di lavorazione:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori interni a trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infilaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio o sulla parte libera dello stesso;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;
- montaggio degli eventuali distanziatori necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- accurata sigillatura di tutte le giunzioni per evitare le perdite di impermeabilità della guaina.

La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

## 8. Connessione al terreno

8.1 **Iniezione semplice:** Si eseguirà riempiendo con la miscela cementizia sia l'intercapedine tra la guaina e il foro per tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante.

Tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato.

L'iniezione semplice si adatterà in terreni di granulometria grossolana (ghiaia, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della miscela iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera del tirante sarà assicurato ammettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti e osservando che essa risalga fino a bocca foro e vi permanga fino a presa avvenuta.

Ove occorra, si provvederà a riprendere l'iniezione o a ulteriori rabbocchi onde garantire il livello della miscela al boccaforo.

8.2 **Iniezione ripetuta in pressione:** Si adatterà in terreno di qualunque natura caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 5.000 kg/cm<sup>2</sup>.

L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive fino a ottenere pressioni di iniezioni residue di 8÷15 kg/cm<sup>2</sup>, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante ed instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio e per attrito.

L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 75 cm di interesse lungo il tratto di fondazione del tirante.

Il tubo potrà essere:

- disposto coassialmente all'armatura e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio, esterno all'armatura, e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio, esterno all'armatura, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;

- ancora coassiale all'armatura ma interno alla guaina grecata di protezione, dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno e altre valvole interne alla guaina per il riempimento dell'intercapedine guaina-armatura.

Le fasi dell'iniezione della parte attiva del tirante saranno le seguenti:

- 1) riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela dalla valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del tubo di sfiato. Al termine si effettuerà il lavaggio con acqua dell'interno del tubo e delle valvole.
- 2) Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di miscela non eccedenti 45 l. per fori da mm 90 a 120; 65 l. per fori da mm 121 a 170 e 90 l. per fori da mm 171 a 220. Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione di fratturazione idraulica del terreno (Claquage); al termine si effettuerà un lavaggio con acqua dell'interno dei tubi.
- 3) Avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione osservando gli stessi limiti di volume e di pressione stabiliti al punto 2), per le sole valvole in cui con le operazioni descritte alla fase 2) non si abbiano raggiunti tali limiti.

L'iniezione verrà protratta per più cicli sino al raggiungimento per ciascuna valvola dei limiti in volume o in pressione stabiliti al punto 2).

Al termine delle operazioni connesse al terreno del tirante, si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio il quale dovrà essere in perfette condizioni, privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura,

9. **Tesatura e collaudo:** Trascorsi 28 giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori. Qualora espressamente richiesto in sede progettuale o in sede esecutiva dalla Direzione Lavori, l'impresa dovrà garantire l'idoneità del tirante all'inizio delle operazioni di tesatura in termini temporali inferiori ai 28 giorni.

A tale scopo sarà a completo carico dell'impresa l'eventuale impiego di additivi speciali, acceleranti, atti a garantire la presa della miscela di iniezione del tratto attivo nel termine prescritto.

La trazione di collaudo ( $N_c$ ) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_0 = 0,10 N_{es}$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

Successivamente si porterà gradualmente e senza interruzioni la forza applicata da  $N_0$  a  $N_c$  e si misurerà il corrispondente allungamento ( $\Delta L$ ).

Si manterrà il valore per un periodo ( $\Delta T$ ) almeno pari a quanto nel seguito:

- 5' per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;
- 15' per tiranti con fondazione in terreni coesivi compatti (coesione non drenata  $> 2 \text{ Kg/cm}^2$ );
- 30' per tiranti con fondazione in terreni coesivi non compatti (coesione non drenata  $\geq 2 \text{ Kg/cm}^2$ ).

Al termine del periodo ( $\Delta T$ ) si misurerà nuovamente l'allungamento ( $\Delta L$ ).

Si scaricherà quindi il tirante fino al valore  $N_0$ , misurando l'allungamento permanente ( $\Delta R$ ) rispetto alla prima applicazione del  $N_0$ .

Per l'accettazione del singolo tirante dovranno risultare verificate le seguenti condizioni:

- 1)  $\Delta L - \Delta R \leq 2\%$  corrispondente all'allungamento teorico dell'ancoraggio dato dalla relazione  $N_{es} * L_t / E_a * A_s$  in cui:  $L_t$  è la lunghezza teorica della parte libera del tirante,  $A_s$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura ed  $E_a$  è il modulo di elasticità dell'acciaio;
- 2)  $\Delta R < 1,3$  volte l'allungamento permanente verificatosi nel corso delle prove eseguite sugli ancoraggi preliminari di prova.

Se la condizione 1) non risultasse soddisfatta, si prolungherà la sosta all'apice del descritto ciclo di carico e scarico per un tempo di attesa pari a 3 volte ( $\Delta T$ ).

In tal caso l'ulteriore allungamento a carico costante dovrà essere minore o uguale all'1% dell'allungamento teorico dell'ancoraggio.

I tiranti che non soddisferanno i predetti requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizioni concordate dalla Direzione Lavori.

In tali casi, restando inteso che comunque verrà pagato il solo tirante avente le caratteristiche di progetto, i maggiori oneri derivanti dalla ripetizione della lavorazione saranno a totale carico dell'impresa appaltatrice.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

L'impresa sarà tenuta ad eseguire, a documentare e catalogare tutte le operazioni di misura, tesatura, collaudo, prove e misurazioni di cui al presente articolo a proprie spese e cura impiegando

apparecchiatura di precisione per la rilevazione di allungamento con la precisione di 0,1 mm e per la rilevazione di forze con la precisione di 10 Kg.

Tutte le apparecchiature impiegate dovranno essere tarate presso un laboratorio ufficiale e sarà facoltà della Direzione Lavori richiedere, a cura e spese dell'impresa, la ripetizione della taratura nel caso di impieghi prolungati o ripetuti per più di cinquanta tiranti.

10. **Protezioni anticorrosive in opera:** La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela cementizia, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante. L'iniezione del tratto libero del tirante, prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta ingrassati e protetti da guaine individuali in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con resistenze minime.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 2, con getto della miscela indicata previa aggiunta di additivo antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 3 si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero.

Successivamente con un getto di miscela cementizia armata con rete si proteggerà ulteriormente la testa del tirante da urti e abrasioni.

Per un periodo non inferiore a 30 giorni decorrenti dalla data dell'ultimazione delle iniezioni le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e di ritesatura da eseguire nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiori al 10% dei tiranti.

11. **Documentazione dei lavori:** Per ogni tirante sia preliminare di prova che di progetto dovrà essere compilata dall'impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di miscela iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurati come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.
- identificazione delle litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

Al fine della accettazione in cantiere dei componenti e la loro verifica di conformità, la documentazione tecnica accompagnata la fornitura deve contenere:

- indicazione circa la conformità alla prescrizioni della predetta linea guida ETAG 013 (resistenza a carico statico e resistenza a fatica) per le testate;
- dichiarazioni circa le caratteristiche dei singoli elementi del sistema e loro campo d'impiego (cappuccio di protezione, protezione sotto piastra, puntale, distanziatori, dispositivi di centraggio, tubi di iniezione e sfiato, guaine e tubi esterni, tampone, sacco otturatore), così come previsto dalla predette Linee Guida Decreto n. 12391 dd. 22.12.2011.
- indicazioni delle modalità e sistemi di protezione previsto per ogni tirante e la relativa vita di servizio.

12. **Ispezione delle testate:** Nel caso di ancoraggi attivi impiegati per una funzione permanente, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti costruttivi atti a garantire la durabilità e l'efficienza del sistema di testata dei tiranti, in particolare nei riguardi della corrosione.

Le testate dei tiranti definitivi previsti sui muri di sostegno e su altre strutture dovranno essere ispezionabili al fine di rendere possibili successivi interventi di regolazione e/o sostituzione.

## 5. OPERE FUNZIONALI ED ACCESSORI

### 5.1 PAVIMENTAZIONI (FONDAZIONE + CONGLOMERATO BITUMINOSO)

#### ART. 67 - MASSICCIATA O STRATO DI BASE: MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA

1. **Massicciata:** La massicciata consta di due parti nettamente distinte e precisamente:

- 1) del sottofondo;
- 2) dell'inghiaiaata.

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.

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 cilindrate 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 cilindrate 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 cilindatura del tipo chiuso** dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e refluentamento in superficie del terreno sottostante che potesse perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindatura, 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 cilindatura 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 cilindatura 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 cilindature di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindatura 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 cilindato serve per congruare 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 cilindata.

**La cilindatura 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 cilindatura, 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 cilindatura e limitatamente allo strato inferiore da cilindare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindatura 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 cilindatura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindare, 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 cilindatura: 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 opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.



La cilindatura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massiciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 40 passate.

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

La massiciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindatura 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 cilindatura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento di penetrazione.

3. **Strato di base stradale:** Lo strato di base stradale può sostituire in alternativa la massiciata 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. 68 – 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  $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$  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. 35 e 36 del presente disciplinare.

L'armatura integrativa dovrà rispettare le caratteristiche indicate al precedente art. 37 del presente disciplinare.

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 %);
- 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.

#### **ART. 69 - 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 compreso 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**

<b>AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
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**

<b>AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
Equivalentente 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**

<b>FILLER</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
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**

<b>BITUME</b>			<b>50 / 70</b>	<b>70 / 100</b>
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Valori richiesti</b>
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, γ = 10s <sup>-1</sup> Brookfield S 21 20rpm	pr EN 13072-2	Pa*s	≥ 0,15	≥ 0,10
<b>Valori dopo RTFOT</b>	<b>UNI EN 12607-1</b>			

Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Incremento del punto di ramollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

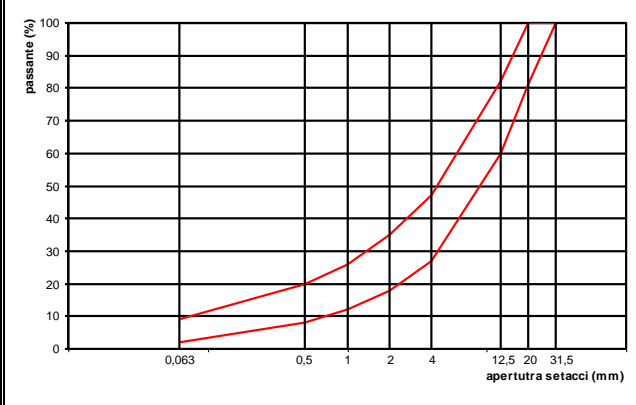
Ai fini dell'accettazione, il Produttore è tenuto a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.

**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**

<b>GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI (UNI EN 12697-2 Serie base +2)</b>	<b>Mm</b>	<b>Tipo B 0/31.5</b>
	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
<b>CONTENUTO DI LEGANTE RIFERITO ALLA MISCELA (%)</b>	UNI EN 12697-1 e 39	<b>4,3÷ 5,2</b>

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**

<b>METODO MARSHALL</b>			
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
Costipamento	UNI EN 12697-34	ad impatto (75 Colpi)	
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	> 1.000
Rigidità 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 <sub>2</sub> O		%	≤ 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/m<sup>2</sup>. 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**

<b>EMULSIONE CATIONICA</b>					
<b>Indicatore di qualità</b>	<b>Normativa</b>	<b>Un. mis.</b>	<b>Cationica 55%</b>	<b>Cationica 60%</b>	<b>Cationica 65%</b>
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
<b>CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO</b>					
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.

Per contratti d'importo inferiore a quello stabilito dall'art. art. 210 D.P.R. 207/2010 o riferiti a lavorazioni con prevalente stesa manuale quali marciapiedi, ripristini ecc., di norma non si procederà alle verifiche in fase d'esecuzione ma sarà ritenuta sufficiente la certificazione preventiva delle miscele nel rispetto dei requisiti richiesti presentata dall'esecutore prima dell'inizio dei lavori. Gli addetti al Laboratorio avranno libero accesso agli impianti di produzione ed ai cantieri per effettuare, in qualsiasi momento, i controlli previsti dalle presenti Norme Tecniche.

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<sub>1</sub> e nel rispetto dei requisiti richiesti.

**Tabella H<sub>1</sub>**

<b>CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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'Amministrazione Committente eseguirà le verifiche tramite il proprio Laboratorio Prove sui Materiali che, a titolo preventivo, potrà consigliare il Direttore Lavori sull'opportunità di effettuare specifici controlli (Tabella H<sub>1</sub>) ai fini di garantire il mantenimento della qualità complessiva della miscela, interrompendo, se del caso, la produzione dell'impianto limitatamente al tipo di prodotto verificato. Il Direttore Lavori avrà cura di individuare con estrema precisione le progressive di inizio e fine tronco del tratto eseguito nella singola giornata ed il senso della strisciata (sx o dx) riferito al crescere della chilometrica, riportando le informazioni sul Verbale di prelievo. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riportate nella Tabella H<sub>2</sub>:

**Tabella H<sub>2</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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<sub>3</sub>:

**Tabella H<sub>3</sub>**

<b>TOLLERANZE E LIMITI DI ACCETTAZIONE (rispetto allo studio preliminare Mix Design)</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>TOLLERANZA</b>	<b>LIMITE DI ACCETTAZIONE</b>	
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<sub>4</sub>

<b>CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. Prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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<sub>3</sub> e, dove si riscontrano 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 4,8 %; 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%

$$\% \text{ di detrazione} = (4,2 - 4,0) \cdot 150 = 30,0 \%$$

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 H4. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- $12,00 - 8,00 = 4,00$ ;  $4,00^3 \times 0,375 = 24,00 \%$  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  $\geq$  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 risconteranno 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).
- $50,00 - 37,50 = 12,5$   $12,50/50,00 = 0,25$ ;  $0,25 \cdot 120 = 30,00\%$  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 rigidità), riscontrati in ulteriori prove di verifica, siano conformi alle prescrizioni. In ogni caso sarà applicata la detrazione.

**Tabella H**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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 m <sup>2</sup> 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. 70 - 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 compreso 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**

<b>AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
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**

<b>AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Equivalentente 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**

<b>FILLER</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
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**

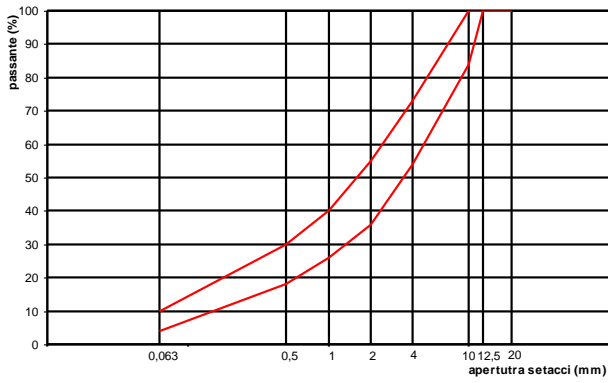
<b>BITUME</b>			<b>50 / 70</b>	<b>70 / 100</b>
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Valori richiesti</b>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 - 70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C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

<b>GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI (UNI EN 12697-2 Serie base +2)</b>		<b>Mm</b>	<b>Tipo D 0/12.5</b>
		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
<b>CONTENUTO DI LEGANTE RIFERITO ALLA MISCELA (%)</b>		UNI EN 12697-1 e 39	<b>5,2 ÷ 6,1</b>

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**

<b>METODO MARSHALL</b>			
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
Costipamento	UNI EN 12697-34	ad impatto (75 Colpi)	
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	daN	> 1.000
Rigidità 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 <sub>2</sub> O		%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697-23	N/mm <sup>2</sup>	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697-23	N/mm <sup>2</sup>	> 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/m<sup>2</sup>. 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**

<b>EMULSIONE CATIONICA</b>					
<b>Indicatore di qualità</b>	<b>Normativa</b>	<b>Un. mis.</b>	<b>Cationica 55%</b>	<b>Cationica 60%</b>	<b>Cationica 65%</b>
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
<b>CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO</b>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	> 70	> 70	> 70
Punto di rammolimento	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.

Per contratti d'importo inferiore a quello stabilito dall'art. 210 D.P.R. 207/2010 o riferiti a lavorazioni con prevalente stesa manuale quali marciapiedi, ripristini ecc., di norma non si procederà alle verifiche in fase d'esecuzione ma sarà ritenuta sufficiente la certificazione preventiva delle miscele nel rispetto dei requisiti richiesti presentata dall'esecutore prima dell'inizio dei lavori. Gli addetti al Laboratorio avranno libero accesso agli impianti di produzione ed ai cantieri per effettuare, in qualsiasi momento, i controlli previsti dalle presenti Norme Tecniche.

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<sub>1</sub> e nel rispetto dei requisiti richiesti.

**Tabella H<sub>1</sub>**

<b>CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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'Amministrazione Committente eseguirà le verifiche tramite il proprio Laboratorio Prove sui Materiali che, a titolo preventivo, potrà consigliare il Direttore Lavori sull'opportunità di effettuare specifici controlli (Tabella H<sub>1</sub>) ai fini di garantire il mantenimento della qualità complessiva della miscela, interrompendo, se del caso, la produzione dell'impianto limitatamente al tipo di prodotto verificato. Il Direttore Lavori avrà cura di individuare con estrema precisione le progressive di inizio e fine tronco del tratto eseguito nella singola giornata ed il senso della strisciata (sx o dx) riferito al crescere della chilometrica, riportando le informazioni sul Verbale di prelievo. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riportate nella Tabella H<sub>2</sub>:

**Tabella H<sub>2</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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<sub>3</sub>:

**Tabella H<sub>3</sub>**

<b>TOLLERANZE E LIMITI DI ACCETTAZIONE (rispetto allo studio preliminare Mix Design)</b>			
<b>REQUISITO</b>		<b>TOLLERANZA</b>	<b>LIMITE DI ACCETTAZIONE</b>
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<sub>4</sub>**

<b>CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. Prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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<sub>5</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
Sede stradale	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa	BPN $\geq$ 50
			Limite di accettazione 40
			HS $\geq$ 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<sub>3</sub> e, dove si riscontrano 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  $\pm 0,8$  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<sub>4</sub>. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- $11,00 - 7,00 = 4,00$ ;  $4,00^3 \times 0,375 = 24,00$  % 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  $\geq$  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 risconteranno 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).
- $30,00 - 22,50 = 7,50$   $7,50/30,00 = 0,25$ ;  $0,25 \times 120 = 30,00\%$  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<sub>4</sub>).

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 rigidità), riscontrati in ulteriori prove di verifica, siano conformi alle prescrizioni. In ogni caso sarà applicata la detrazione.

**Tabella H**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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 m <sup>2</sup> 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. 71 - 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 compreso 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**

<b>AGGREGATO GROSSO (trattenuto al setaccio mm 2.00)</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
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**

<b>AGGREGATO FINO (passante al setaccio mm 2.00)</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
Equivalentente 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**

<b>FILLER</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
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**

<b>BITUME</b>			<b>50 / 70</b>	<b>70 / 100</b>
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Valori richiesti</b>
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
<b>Valori dopo RTFOT</b>				
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

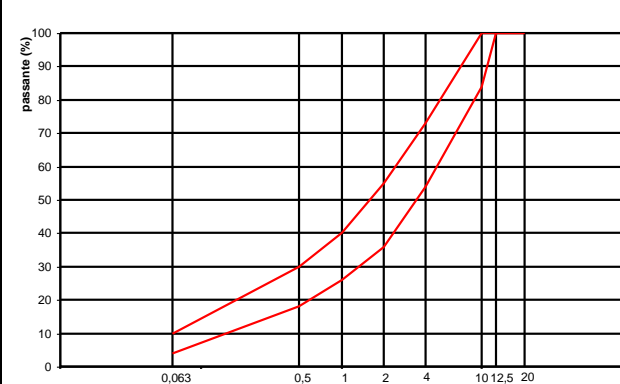
Ai fini dell'accettazione, il Produttore è tenuto a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. La Direzione dei Lavori, in qualsiasi momento, potrà prelevare un campione di bitume dai serbatoi di stoccaggio dell'impianto per verificarne le caratteristiche.

**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**

<b>GRANULOMETRIA DEGLI AGGREGATI (UNI EN 12697-2 Serie base +2)</b>	<b>mm</b>	<b>Tipo D 0/12.5</b>
	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
<b>CONTENUTO DI LEGANTE RIFERITO ALLA MISCELA (%)</b>	UNI EN 12697-1 e 39	<b>4,8 ÷ 5,7</b>

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**

<b>METODO MARSHALL</b>			
<b>Condizioni di prova</b>	<b>Normativa</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Valori richiesti</b>
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 <sub>2</sub> O		%	≤ 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/m<sup>2</sup>. 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**

<b>EMULSIONE CATIONICA</b>					
<b>Indicatore di qualità</b>	<b>Normativa</b>	<b>Un. mis.</b>	<b>Cationica 55%</b>	<b>Cationica 60%</b>	<b>Cationica 65%</b>
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
<b>CARATTERISTICHE BITUME ESTRATTO</b>					
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.

Per contratti d'importo inferiore a quello stabilito dall'art. 210 D.P.R. 207/2010 o riferiti a lavorazioni con prevalente stesa manuale quali marciapiedi, ripristini ecc., di norma non si procederà alle verifiche in fase d'esecuzione ma sarà ritenuta sufficiente la certificazione preventiva delle miscele nel rispetto dei requisiti richiesti presentata dall'esecutore prima dell'inizio dei lavori. Gli addetti al Laboratorio avranno libero accesso agli impianti di produzione ed ai cantieri per effettuare, in qualsiasi momento, i controlli previsti dalle presenti Norme Tecniche.

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<sub>1</sub> e nel rispetto dei requisiti richiesti.

**Tabella H<sub>1</sub>**

<b>CONTROLLO PREVENTIVO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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'Amministrazione Committente eseguirà le verifiche tramite il proprio Laboratorio Prove sui Materiali che, a titolo preventivo, potrà consigliare il Direttore Lavori sull'opportunità di effettuare specifici controlli (Tabella H<sub>1</sub>) ai fini di garantire il mantenimento della qualità complessiva della miscela, interrompendo, se del caso, la produzione dell'impianto limitatamente al tipo di prodotto verificato. Il Direttore Lavori avrà cura di individuare con estrema precisione le progressive di inizio e fine tronco del tratto eseguito nella singola giornata ed il senso della strisciata (sx o dx) riferito al crescere della chilometrica, riportando le informazioni sul Verbale di prelievo. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riportate nella Tabella H<sub>2</sub>:

**Tabella H<sub>2</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE MISCELE IN FASE D'ESECUZIONE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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<sub>3</sub>:

**Tabella H<sub>3</sub>**

<b>TOLLERANZE E LIMITI DI ACCETTAZIONE (rispetto allo studio preliminare Mix Design)</b>			
<b>REQUISITO</b>		<b>TOLLERANZA</b>	<b>LIMITE DI ACCETTAZIONE</b>
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<sub>4</sub>**

<b>CONTROLLO SULLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. Prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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<sub>5</sub>**

<b>CONTROLLO SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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<sub>3</sub> e, dove si riscontrano 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  $\pm 0,8$  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 =  $(4,6 - 4,4) \times 150 = 30,0\%$

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<sub>4</sub>. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima:

- $12,00 - 8,00 = 4,00$ ;  $4,00^3 \times 0,375 = 24,00\%$  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  $\geq$  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).
- $50,00 - 37,50 = 12,50$   $12,50/50,00 = 0,25$ ;  $0,25 \times 120 = 30,00\%$  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<sub>4</sub>).

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 miscela" 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 rigidità), riscontrati in ulteriori prove di verifica, siano conformi alle prescrizioni. In ogni caso sarà applicata la detrazione.

**Tabella H**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>			
<b>Tipo di campione</b>	<b>Ubicaz. prelievo</b>	<b>Frequenza prove</b>	<b>Requisiti da controllare</b>
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 m <sup>2</sup> 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. 72 – IDROPITTURA PISTA CICLO-PEDONALI

L'esecuzione dei lavori deve essere fatta a regola d'arte (previo verifica che il supporto è idoneo all'uso di mezzi abilitati al transito), rispettando i consumi kg/m<sup>2</sup> indicati dal produttore per un ciclo di minimo due mani per tinte classiche a base di colorazione ad ossido di ferro (es: giallo ossido, verde, rosso ossido, nero, bianco, marrone, rosso RAL 3011, giallo RAL 1006, grigio) e con la stesura di n. tre mani per colorazioni speciali a pigmentazione minerale meno stabile alla luce, intemperie e copertura (esempio: rosso vivo, giallo limone, arancio, blu notte, viola).

La sua applicazione dovrà determinare uno strato unico senza differenze di colori ed ombre.

La sua applicazione deve essere eseguita con attrezzature idonee o macchina con nebulizzatore ad airless, o rullata a mano e secondo le prescrizioni impartite dal produttore.

La quantità di vernice e la concentrazione della miscela vernice con diluente, deve corrispondere alle indicazioni del produttore; in ogni caso la stessa deve essere tale a garantire uno strato di resina perfettamente compatto e uniforme di tinta con il ciclo approvato dalla Direzione dei lavori.

La diluizione deve rispettare la scheda tecnica del prodotto, ed avere un test sul cantiere per determinare l'esatta miscelazione a secondo delle stagioni. La diluizione del prodotto con solvente specifico indicato dalla casa costruttrice, è a carico della ditta appaltatrice dei lavori.

Durante l'esecuzione delle opere sotto elencate si avrà cura di proteggere tutte le superfici non soggette ad interventi di tinteggiatura.

Prima dell'applicazione della pittura, si dovrà procedere alla preparazione dei supporti mediante spolveratura, spazzolatura manuale, in funzione della natura e dell'intensità dello sporco depositatosi sulle superfici da trattare; l'eventuale rimozione di muschio e vegetazione, polvere e incrostazione sarà eliminata con accurata pulizia e trattamento con idropulitrice a 100 bar e aspirazione detriti con aspiratore/soffiatore elettrico o a scoppio.

L'applicazione del prodotto, seguito dopo essiccazione avvenuta, da una seconda mano dello stesso, saranno eseguite su superfici perfettamente asciutte, con temperatura ambiente e quella delle superfici, compresa tra i +5°C e + 40°. Non si dovrà procedere con l'applicazione quando l'umidità ambientale superi l'80%.



## 5.2 – LAVORI VARI - OPERE IN VERDE, CORDONATE, PAVIMENTAZIONI PEDONALI

### ART. 73 - INERBIMENTO DELLE SCARPATE

Contemporaneamente alla costruzione dei rilevati l'Impresa provvederà a rivestire le scarpate con terreno vegetale dello spessore minimo di cm 20 (un maggior spessore potrà venire prescritto dalla D.L. senza però che l'impresa abbia diritto a particolare compenso oltre a quello previsto per la formazione del corpo stradale). Spetterà all'Impresa riparare con terreno vegetale le eventuali erosioni provocate prima del rivestimento a verde curando l'esatta profilatura dei cigli e mantenendo alla scarpata l'inclinazione prescritta.

In rapporto al pH dei terreni, la D.L. prescriverà 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.

Prima della semina si procederà ad una leggera ripiccatura in senso ortogonale alla linea di pendenza e ciò anche per un migliore interrimento del seme.

Per le scarpate in trincea, in corrispondenza alle linee di incontro tra le superfici delle scarpate ottenute e le contigue superfici il terreno sarà accuratamente raccordato.

Tale raccordo verrà eseguito anche lungo le linee di incontro tra due diverse superfici ottenute entrambi artificialmente. La D.L. fisserà all'impresa le prescrizioni per il rivestimento delle scarpate in trincea così ottenute e profilate. La quantità di miscuglio da impiegarsi per la semina delle scarpate in rilevato sarà di non meno di 120 kg/ha, mentre per le scarpate in trincea la dose sarà di 250 kg/ha.

### ART. 74 - OPERE A VERDE

**1. Prescrizioni generali.** L'impresa, prima di piantare, ha l'obbligo di accertarsi della attitudine all'impiego dell'acqua fornita e della esistenza di adeguate fonti alternative (stazioni di trattamento e depurazione, bacini di raccolta o corsi di acque naturali, ecc.) da cui, in caso di necessità come in caso di leggi restrittive nei periodi di siccità, attingere, provvedendo a trasportare l'acqua necessaria all'innaffiamento tramite autocisterne o altri messi sul luogo della sistemazione. Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, tutti i materiali di risulta (frammenti in pietre e mattoni, residui di lavorazione, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori e secchi vuoti, ecc.) e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il luogo il più in ordine possibile. I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'impresa a sua cura e spese. Alla fine dei lavori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano stati imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti. L'impresa è tenuta alla conservazione e alla cura (anche con interventi di dendrochirurgia) delle eventuali piante esistenti sull'area della sistemazione che, a tale scopo, le verranno consegnate con regolare verbale della Direzione dei Lavori. Tutta la vegetazione esistente indicata per restare in loco dovrà essere protetta con recinzioni e barriere, provvisorie ma solide, da urti e rotture alla corteccia, dall'eccessivo calpestio, dal traffico e dal parcheggio di autoveicoli. L'impresa dovrà usare la massima cautela ogni volta che si troverà a lavorare nei pressi delle piante esistenti per non infliggere rotture alle radici e inutili tagli ai rami; particolare cura dovrà essere anche posta per non soffocare gli alberi a causa dell'interrimento del colletto con l'ammasso di materiale da costruzione o di materiale di scavo. Le radici di una certa dimensione e i rami che siano stati eventualmente tagliati durante i lavori dovranno essere protetti spalmando sulle parti recise mastici specifici o altri prodotti adatti approvati dalla Direzione dei Lavori. Tutte le radici che a causa dei lavori rimangono esposte all'aria devono, per impedirne l'essiccazione, essere temporaneamente ricoperte con adatto materiale (juta, stuoie, ecc.) bagnato e mantenuto tale fino al reinterro, operazione questa alla quale l'impresa è tenuta a provvedere il più presto possibile. Nel caso che il progetto di sistemazione ambientale preveda movimenti di terra di una certa importanza, l'impresa è tenuta a provvedere alla rimozione e all'accantonamento nel luogo indicato dalla Direzione dei Lavori, per poi essere riutilizzato, dello strato superficiale (circa 30 cm) del terreno fertile nelle zone interessate ai lavori stessi. Il terreno rimosso deve essere accantonato in strati successivi in forma di cumuli alternati a strati di torba o paglia e regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione. Le analisi del terreno vegetale da apportare sul luogo della sistemazione dovranno essere effettuate, invece, su un miscuglio, rappresentativo della composizione

media del terreno di prestito, di tutti i campioni prelevati da ogni parte del terreno stesso. I risultati delle analisi determineranno, in relazione al tipo di piantagione da effettuare:

- il grado di utilizzabilità del terreno in sito;
- il tipo di terra vegetale o il miscuglio di terreni da usare;
- il tipo e le percentuali di applicazione dei fertilizzanti per la concimazione e degli altri eventuali materiali necessari per la correzione e la modifica della granulometria del suolo.

L'impresa è tenuta a raccogliere campioni di concime (soprattutto organico non industriale) ed a presentarli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, che deciderà se sottoporli o meno alle analisi di laboratorio. Gli esiti delle prove determineranno il tipo e la percentuale di concime da applicare; nel caso che non si sia ritenuto necessario effettuare le analisi, queste indicazioni saranno fornite direttamente dalla Direzione dei Lavori. I volumi minimi di applicazione del concime sono stabiliti invece fra le procedure di preparazione agraria del terreno e di messa a dimora delle piante. L'impresa è tenuta, se richiesta, a presentare, perché vengano approvati dalla Direzione dei Lavori, campioni di acqua da ogni fonte di approvvigionamento che intende usare. La qualità dell'acqua, anche se approvata, deve essere periodicamente controllata sotto la responsabilità dell'impresa.

## **2. Preparazione agraria del terreno.**

### 1. Pulizia generale del terreno

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'impresa con il terreno a quota di impianto. Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo all'esecuzione delle piantagioni per la presenza di materiale di risulta (frammenti di mattoni, pietre, calcinacci, ecc.) abbandonato da una eventuale precedente impresa edile, i preliminari lavori di pulitura del terreno, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, saranno eseguiti in economia. Ultimata questa operazione, l'impresa, prima di ogni altro lavoro, deve eseguire la pulizia generale del terreno eliminando (con estirpazione dell'apparato radicale) tutte le essenze infestanti o ritenute, a giudizio della Direzione dei Lavori, non conformi alle esigenze della sistemazione.

### 2. Lavorazione del suolo

Su indicazione della Direzione dei Lavori, l'impresa deve eseguire una lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria per consentire un'adeguata piantagione secondo gli elaborati di progetto. Questa lavorazione, che preferibilmente deve essere eseguita con mezzi meccanici, può variare a seconda delle condizioni del suolo, da un'aratura in profondità per uno spessore di 80÷100 cm ad una fresatura o vangatura superficiale per uno spessore minimo di 30÷50 cm. Nel corso di questa operazione l'impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli altri eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione dei Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione. Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli di rilevanti dimensioni (grosse pietre, rocce affioranti, ecc.) che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura (cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'impresa, prima di procedere nel lavoro, deve chiedere istruzioni specifiche alla Direzione dei Lavori: ogni danno ai suddetti manufatti ed ogni altro nocumento, conseguente alla mancata osservazione di questa norma, dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'impresa fino a completa soddisfazione del Committente.

### 3. Correzione, emendamento e concimazione di base del terreno; impiego di torba e fitofarmaci

Dopo averne effettuato la lavorazione, l'impresa, su istruzioni della Direzione dei Lavori, dovrà incorporare nel terreno per mezzo di lavorazioni leggere (30÷50 cm di profondità) tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenerne la correzione (modifica del valore ph), l'emendamento (modifica della granulometria) e la concimazione di base, nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, ecc.) per la cura degli attacchi di parassiti animali o fungini presenti nel suolo o sulla vegetazione. Per la concimazione di base, al fine di ottenere i migliori risultati, dovranno essere usati contemporaneamente, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, fertilizzanti minerali ed organici (naturali od industriali). Nel caso non fosse disponibile concime organico naturale ben maturo e si fosse deciso di usare fertilizzanti organici industriali, questi, dovendo essere integrati da quelli minerali, dovranno essere impiegati in dosi (da modificare caso per caso), ridotte del 50% circa di quanto prescrive la casa produttrice. I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato dell'impresa, che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

### 4. Drenaggi e impianti tecnici

Successivamente alla lavorazione del terreno e prima delle operazioni di cui all'articolo precedente, l'impresa deve preparare gli scavi necessari all'installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti tecnici (irrigazione, illuminazione, gas, ecc.) le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei. Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione ed agevolare gli eventuali futuri interventi di riparazione, dovranno essere installate ad una profondità minima di 50÷60 cm, adeguatamente protette con pietrisco o con altri manufatti industriali. Eseguito il collaudo degli impianti a scavo aperto, dopo aver ottenuto l'approvazione della Direzione dei Lavori, colmate le trincee e completate le altre operazioni (ma prima dell'apporto di terra vegetale e del definitivo livellamento del terreno) l'impresa deve completare la distribuzione degli impianti tecnici, realizzando le eventuali canalizzazioni secondarie e le opere accessorie. Sono invece da rimandare a livellazione del terreno avvenuta la posa in opera degli irrigatori, e, a piantagione ultimata, la collocazione e l'orientamento degli apparecchi di illuminazione. Ultimati gli impianti, l'Impresa è tenuta a consegnare alla Direzione dei Lavori gli elaborati tecnici di progetto aggiornati secondo le varianti effettuate, oppure, in difetto di questi, a produrre una planimetria che riporti l'esatto tracciato e la natura delle diverse linee e la posizione dei drenaggi e relativi pozzetti realizzati.

#### Tracciamenti e picchettature.

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le preliminari operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa, sulla scorta degli elaborati di progetto, predisporrà la picchettatura delle aree di impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere collocate a dimora le piante individuabili come a se stanti (alberi, arbusti, piante particolari) e tracciando sul terreno il perimetro delle zone omogenee (tappezzanti, bordure arbustive, ecc.). Prima di procedere alle operazioni successive, l'Impresa dovrà ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. A piantagione eseguita, l'impresa, nel caso siano state apportate varianti al progetto esecutivo, dovrà consegnare una copia degli elaborati relativi con l'indicazione esatta della posizione definitiva delle piante e dei gruppi omogenei messi a dimora.

#### 5. Preparazione delle buche e dei fossi

Le buche ed i fossi per la piantagione delle essenze vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza della pianta da mettere a dimora, e cioè avere larghezza e profondità almeno pari a due volte e mezzo il diametro della zolla. In ogni caso non dovranno mai essere inferiori alle seguenti misure:

- buche per alberi di medie dimensioni: cm 100x100x100;
- buche per arbusti: cm 60x60x60;
- fossi per siepi: cm 50x50 la lunghezza necessaria;
- fossi per bordure: cm 30x30 la lunghezza necessaria.

Per le buche e i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Impresa è tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare il prato circostante.

Lo scavo delle buche dovrà essere effettuato in modo da recuperare, per riutilizzarlo per il riempimento delle buche stesse, l'eventuale strato superficiale di terreno vegetale. Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o, a insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, non ritenuto idoneo, dovrà essere allontanato dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree predisposte dall'impresa a sua cura e spese. Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Impresa dovrà assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e provvedere che lo scolo delle acque piovane superficiali avvenga in modo corretto. Nel caso, invece, fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte e potranno essere realizzati in economia. I drenaggi secondari dovranno essere eseguiti collocando sul fondo degli scavi uno strato di materiale adatto a favorire lo scolo dell'acqua (pietre di varie dimensioni, pezzame di tufo, argilla espansa, ecc.) preferibilmente separato dalla terra vegetale soprastante da un feltro imputrescibile "tessuto-non tessuto"; se necessario, al di sotto del drenaggio, dovranno essere realizzate anche canalette di deflusso di adeguata pendenza.

#### 6. Apporto di terra vegetale

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa, sotto la sorveglianza della Direzione dei Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione in caso contrario dovrà apportare terra di coltura (terra vegetale) in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore minimo di cm 20 per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate in modo adeguato tutte le zolle e gli ammassi di terra che altrimenti potrebbero alterare la giusta compattezza e impedire il buon livellamento. La terra vegetale rimossa ed accantonata nelle fasi iniziali degli scavi sarà utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione dei Lavori, come terra di coltura insieme a quella apportata.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione dei Lavori.

#### 7. Preparazione del terreno per i prati.

Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso, l'Impresa, a complemento di quanto specificato nel precedente comma 2 punto 1 "Pulizia generale del terreno", dovrà eseguire, se necessario, una ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra vegetale con granulometria fine ed uniforme. Dopo aver eseguito le operazioni indicate nel comma 2 punti 2 e 3 "Lavorazione del suolo" e "Correzione, emendamento e concimazione di base del terreno; impiego di torba e fitofarmaci", l'Impresa dovrà livellare e quindi rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Gli eventuali residui della rastrellatura superficiale dovranno essere allontanati dall'area del cantiere.

### **3. Messa a dimora delle piante.**

#### 1. Messa a dimora di alberi ed arbusti

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Impresa dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, in modo che, tenendo conto dell'assestamento della terra vegetale riportata, al momento della messa a dimora ci sia spazio sufficiente per la corretta sistemazione delle zolle o delle radici nude, e le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali, e comunque non inferiore a 15 cm. La messa a dimora degli alberi e degli arbusti dovrà avvenire, infatti, avendo cura che le piante, in relazione alle quote finite, non presentino, una volta assestatosi il terreno, radici allo scoperto oppure risultino interrate oltre il livello del colletto. Al momento di essere collocati nella giusta posizione e prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi e, su indicazione della Direzione dei Lavori, anche gli arbusti di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature.

Se le piante da mettere a dimora sono state fornite a radice nuda il palo tutore, al fine di non danneggiare l'apparato radicale, deve essere solidamente confitto verticalmente per almeno 30 cm di profondità sul fondo della buca prima di sistemare la pianta nella buca stessa. Se le piante possiedono la zolla, per non correre il rischio di spezzarla, il palo di sostegno dovrà essere collocato in posizione obliqua rispetto al tronco, infisso nel terreno circostante (e non nella buca) per almeno 30 cm di profondità e fermato alla base da un picchetto. I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, devono essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tener conto della direzione del vento predominante. Qualora, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, un solo palo di sostegno fosse ritenuto insufficiente ad assicurarne la perfetta stabilità (zone particolarmente ventose, essenze di grandi dimensioni, ecc.), le piante dovranno essere fissate per mezzo di tre o più pali equidistanti fra loro e dal tronco, posti in posizione obliqua rispetto alla pianta, fermati al piede da picchetti e legati insieme estremità superiore (sistema a capra), oppure per mezzo di altre analoghe strutture indeformabili. Nell'uso di questi sistemi complessi può essere necessario, se indicato dalla Direzione dei Lavori, inserire, fra il piede del palo e il terreno, una tavoletta che ripartisca meglio al suolo il peso della pianta ed eviti l'affondamento del palo stesso. Su autorizzazione della Direzione dei Lavori queste strutture lignee possono essere sostituite con ancoraggi composti da almeno tre tiranti in corda di acciaio con relativo tendifilo legati da una parte al tronco della pianta opportunamente protetto con parti in gomma, e dall'altra a picchetti saldamente confitti nel terreno o ad altri sostegni di provata solidità (rocce, muri, ecc.). L'impresa procederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra vegetale fine, costipandola con cura in modo che non rimangano assolutamente dei vuoti attorno alle radici o alla zolla. Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità e su indicazione della Direzione dei Lavori, con terra vegetale semplice oppure con una miscela di terra vegetale e torba. Nel caso la Direzione dei Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, ma non a contatto con queste. A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formato, per facilitarne l'innaffiamento, un solco o un rilevato circolare di terra per la ritenzione dell'acqua. E buona regola, non appena la buca è riempita, procedere ad un abbondante primo innaffiamento in modo da favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra vegetale attorno alle radici e alla zolla. Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da offrire l'aspetto che consenta di ottenere il migliore risultato estetico in relazione agli scopi della sistemazione; nel caso fosse richiesta simmetria, le piante dovranno essere accoppiate con cura secondo il concetto suesposto.

#### 2. Alberi ed arbusti a foglia caduca

Gli alberi ed arbusti a foglia caduca, a seconda delle diverse specie vegetali e delle tecniche di coltura, possono essere fornite anche a radice nuda, sebbene da qualche tempo si tenda a fornire questo materiale con la zolla o in contenitore per agevolare l'impianto e per avere maggiori probabilità di attecchimento. Le

piante a foglia caduca fornite con zolla o in contenitore potranno essere, infatti, messe a dimora in qualsiasi periodo dell'anno, mentre quelle a radice nuda dovranno essere piantate esclusivamente durante il periodo di riposo naturale (dal mese di ottobre a quello di marzo circa), evitando i mesi nei quali vi siano pericoli di gelate o nevicate o il terreno sia ghiacciato. Nel mettere a dimora le piante con zolla è necessario fare molta attenzione affinché questa non si rompa. Per evitare questo inconveniente le piante dovranno essere calate nelle buche con le zolle ancora imballate oppure con cautela, immediatamente dopo averle estratte dal contenitore. L'imballo della zolla, se costituito da materiale deperibile (paglia, canapa, juta, ecc.), dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche e il materiale di imballo in eccesso. Qualora la zolla fosse troppo asciutta e indispensabile che questa sia immersa per qualche tempo in acqua con tutto l'imballo (o con il contenitore) al fine di facilitare l'assorbimento dei successivi innaffiamenti. Prima di mettere in opera le piante a radici nude, invece, è necessario che l'apparato radicale venga spuntato estremità delle radici sane, privato di quelle rotte o danneggiate e successivamente indaffarato con un impasto di argilla e concime.

Tutte le piante messe a dimora dovranno essere potate, rispettandone il portamento naturale e le caratteristiche specifiche, soltanto a piantagione e a palificazione avvenuta e sotto la supervisione della Direzione dei Lavori. I tagli delle potature per l'alleggerimento e la formatura della chioma e per l'eliminazione dei polloni e dei rami secchi, spezzati o malformati, devono essere eseguiti con strumenti adatti, ben taglienti e puliti. Se i tagli sono più larghi di 1,5 cm, devono essere immediatamente protetti con un mastice apposito per dendrochirurgia. Nel caso fosse necessario, per agevolare il trapianto, l'impresa, su indicazione della Direzione dei Lavori, irrorerà le piante con prodotti antitranspiranti usando attrezzature di potenza adeguata alle dimensioni delle piante da trattare.

### 3. Alberi ed arbusti sempreverdi

Gli alberi e gli arbusti sempreverdi dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore ed essere messi a dimora preferibilmente nei mesi di aprile ed ottobre. Le procedure da seguire per la piantagione di queste piante sono analoghe a quelle riportate all'inizio dell'articolo relativo alla messa a dimora. Le piante sempreverdi e resinose non devono essere potate; saranno eliminati, salvo diverse specifiche indicazioni della Direzione dei Lavori, soltanto i rami secchi, spezzati o danneggiati, secondo quanto specificato al punto alberi ed arbusti a foglia caduca. Fatta eccezione per le conifere sempreverdi, in caso di necessità, è possibile anche per queste piante fare ricorso all'uso di antitranspiranti.

### 4. Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni ed annuali e delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti

La messa a dimora di queste piante, normalmente fornite tutte in contenitore, è identica per ognuna delle diverse tipologie sopraindicate e deve essere effettuata in buche, preparate al momento, più grandi di circa cm 15 del diametro dei contenitori delle singole piante. Se le piante sono state fornite in contenitori tradizionali (vasi di terracotta o di plastica, recipienti metallici, ecc.) questi devono essere rimossi; se invece in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc.) le piante possono essere messe a dimora con tutto il vaso. In ogni caso le buche devono essere poi colmate con terra vegetale mista a concime, ben pressata, intorno alle piante. L'impresa è tenuta infine a completare la piantagione delle specie rampicanti, sarmentose e ricadenti, legandone i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione.

### 5. Messa a dimora delle piante acquatiche e palustri

A causa delle specifiche esigenze di questo tipo di piante l'Impresa seguirà, per la loro messa a dimora, tutte le indicazioni riportate sugli elaborati di progetto e le specificazioni fornite dalla Direzione dei Lavori, e sarà responsabile della corretta sistemazione delle piante in merito alle condizioni di umidità o alla appropriata profondità di acqua di cui le diverse specie utilizzate (in particolar modo quelle acquatiche) necessitano.

### 6. Formazione dei prati

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolar modo di quelle arboree ed arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione delle eventuali opere murarie e delle attrezzature di arredo. Tutte le aree da seminare o piantare a prato non dovranno essere sistemate fino a che non sia stato installato e reso operante un adeguato sistema di irrigazione, oppure siano stati approntati materiali e metodi per l'innaffiamento manuale.

### 7. Semina dei tappeti erbosi

Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà, su indicazioni della Direzione dei Lavori, seminata, erpicata meccanicamente o trattata a mano per una profondità di 3÷5 cm e, dopo il secondo sfalcio, ulteriormente concimata in superficie con fertilizzanti azotati.

Il miscuglio dei semi deve essere adatto alla zona, all'esposizione e al terreno, deve essere stato composto secondo le percentuali precisate in progetto ed essere stato precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori. terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente bagnato fino a che il suolo non risulti imbevuto di acqua fino alla profondità di almeno 5 cm. Per impedire che l'acqua possa asportare semi o terriccio, l'irrigazione dei prati appena formati deve essere realizzata per mezzo di irrigatori provvisti di nebulizzatori. Al collaudo i tappeti erbosi dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, esenti da erbe infestanti, malattie, radure ed avvallamenti dovuti ad assestamento del terreno o ad altre cause.

#### 8. Messa a dimora delle zolle erbose

Le zolle erbose in rotolo o in zolle per la formazione dei prati a "pronto effetto" devono essere messe a dimora stendendole sul terreno in modo che siano ben ravvicinate. Per favorirne l'attecchimento, ultimata questa operazione, le zolle devono essere cosparse con uno strato di terriccio (composto con terra vegetale, sabbia, torba e concime), compattate per mezzo di battitura o di rullatura e, infine, abbondantemente innaffiate. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose devono essere anche fissate al suolo per mezzo di picchetti di legno, e inoltre buona norma costipare i vuoti fra le zolle con terriccio. Le zolle di essenze prative stolonifere destinate alla formazione di tappeti erbosi con il metodo della "propagazione" devono essere accuratamente diradate o tagliate in porzioni minori e successivamente messe a dimora nella densità precisata negli elaborati di progetto o stabilita dalla Direzione dei Lavori. Le cure colturali sono analoghe a quelle precedentemente riportate. Inerbimento delle scarpate e dei terreni in pendio Per evitare frane e fenomeni erosivi causati dalla pioggia, le scarpate e i terreni con pronunciata pendenza dovranno essere seminati con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatte a formare uno stabile tappeto erboso polifito; il miscuglio di sementi da usare deve essere stato precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori. La Direzione dei Lavori si riserva anche di indicare, in relazione alla pendenza, alla natura e alla esposizione del terreno, quale dei vari metodi seguire per il trattamento dei diversi tratti da sistemare:

- semina normale;
- semina con impiego di collanti;
- semina protetta da pellicole di emulsioni bituminose o plastiche;
- semina protetta da pacciamatura cosparsa a mano o a macchina.

Protezione delle piante messe a dimora. Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di uomini o automezzi, l'Impresa dovrà proteggere le piante messe a dimora con opportuni ripari (reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione dei Lavori. Su indicazione della Direzione dei Lavori, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno, in caso di necessità, essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di uno strato di circa 10 cm di spessore di pacciame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere, ecc.) od altro analogo materiale purché precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori.

#### **4. Manutenzione delle piantagioni.**

##### 1. Manutenzione per il periodo di garanzia.

La manutenzione che l'impresa e tenuta ad effettuare durante il periodo di garanzia fino al collaudo deve essere prevista anche per le eventuali piante preesistenti e comprende le seguenti operazioni:

- gli innaffiamenti;
- diserbo e le falciature;
- le concimazioni;
- le potature;
- l'eliminazione e la sostituzione delle piante morte;
- la risemina delle parti non perfettamente riuscite dei tappeti erbosi;
- la difesa dalla vegetazione infestante;
- il controllo e la sistemazione dei danni causati da erosione;
- il ripristino della verticalità delle piante;
- il controllo, la risistemazione e la riparazione dei pali di sostegno, degli ancoraggi e delle legature;
- il controllo dagli attacchi di insetti e parassiti e dalle fitopatie in genere.

La manutenzione delle opere deve avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e deve continuare fino al collaudo. Ogni nuova piantagione dovrà essere mantenuta con particolare cura fino a quando non sarà manifestamente evidente che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine),

abbiano ben attecchito e siano in buon sviluppo. L'impresa e tenuta ad innaffiare tutti gli alberi, gli arbusti, i tappezzanti, i tappeti erbosi ed ogni altra pianta messa a dimora, per tutto il periodo di garanzia concordato, bagnando le aree interessate in modo tale da garantire un ottimo sviluppo delle piante stesse. Le innaffiature dovranno in ogni caso essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'impresa e successivamente approvati dalla Direzione dei Lavori. Nel caso fosse stato predisposto un impianto di irrigazione automatico, l'Impresa dovrà controllare che questo funzioni regolarmente: l'impianto di irrigazione non esonera però l'Impresa dalle sue responsabilità in merito all'innaffiamento, la quale pertanto dovrà essere attrezzata per effettuare, in caso di necessità, adeguati interventi manuali. Se la stagione estiva e particolarmente asciutta, ogni tre settimane circa dovrà essere eseguita, se necessario, una innaffiatura supplementare; allo scopo l'Impresa avrà provveduto a formare attorno ad ogni albero e ad ogni arbusto di rilevanti dimensioni una "tazza" o "conca" per la ritenzione dell'acqua di irrigazione. Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa dovrà provvedere, durante lo sviluppo delle essenze prative e fino al collaudo, alle varie falciature del tappeto erboso. Le falciature dovranno essere tempestive ed essere eseguite quando le essenze prative raggiungono un'altezza di 10 cm circa, regolando il taglio, a seconda della specie e della stagione, a 3÷5 cm da terra. L'erba tagliata dovrà essere immediatamente rimossa e depositata, secondo le istruzioni della Direzione dei Lavori, nei luoghi di raccolta del materiale vegetale di risulta. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi. Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche per genere, specie e varietà a quelle fornite in origine: la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento. Analogamente, epoca e condizioni climatiche permettendo, l'Impresa dovrà riseminare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle essenze prative oppure sia stata, dopo tre sfalci dalla semina iniziale, giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione dei Lavori.

## ART. 75 - 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  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a  $400 \text{ kg/m}^3$  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  $350 \text{ kg/m}^3$  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.

## ART. 76 – 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.

In ogni caso la posa dovrà essere effettuata nel rispetto delle seguenti normative:

UNI 11714-1:	Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti – Parte 1: Istruzioni per la progettazione, la posa e la manutenzione;
UNI 11714-2:	Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti – Parte 2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per posatori di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti.

## 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:

- intensità e natura del traffico;
- destinazione e collocazione ambientale;
- 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 preconstituito sottofondo uno strato di sabbia di circa 6 cm, eventualmente premiscelata a secco con cemento (kg 10 circa per m<sup>2</sup>).

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:

- 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;
- con boiaccia 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 boiaccia 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;
- 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;
- 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 poliuretatiche 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 piastrelle regolari**

Le pavimentazioni in piastrelle normali (3÷6 cm) sono consigliate per percorsi pedonali o con traffico veicolare leggero. Per traffico veicolare intenso e pesante è consigliabile l'impiego di spessori da 5 a 8 cm. È raccomandata l'esecuzione accurata. Le piastrelle verranno poste in opera su un sottofondo che quasi sempre è un calcestruzzo e che sarà più basso del livello della superficie finita di almeno 10 cm. Sarà necessario infatti che la piastrella (di spessore variante fra i 3 e 6 cm) poggi su un letto di malta cementizia per almeno 4÷5 cm e naturalmente dopo che ne sia stata bagnata la faccia inferiore con boiaccia cementizia. La malta dovrà essere un impasto di sabbia con cemento normale di tipo 325. Il cemento andrà dosato per quintali 2,5 per m<sup>3</sup>. Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra 1,5÷2,0 cm e ciò per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia che appunto consente in produzione una tolleranza nelle larghezze di più o meno 5 mm. Al più presto si procederà alla sigillatura versando nei giunti una boiaccia liquida e ricca di cemento (parti uguali fra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trasbordanti. Quando la boiaccia avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura con cazzuola e spugnetta. Si può completare l'esecuzione con la "stilatura a ferro" dei giunti. È possibile, anche se meno preciso ed efficace, praticare la sigillatura dei giunti stendendo la boiaccia sull'intera superficie, facendola penetrare nelle giunture e lavandola con getto d'acqua e successivamente pulendola con due o tre passaggi di segatura. Le pendenze della pavimentazione in piastrelle, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere di almeno l'1,5% per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche. Le stesse piastrelle potranno essere posate ai bordi della strada a ridosso dei cordoni, a formazione di cunette, negli spessori 5÷8 cm. Il sistema di posa sarà uguale a quanto detto sopra.

La posa in opera di piastrelle con giunti segati prevede gli stessi criteri sopra esposti salvo i giunti che potranno essere accostati senza fuga ma meglio con 5 mm di fuga sigillata a raso.

#### **6 - Posa in opera di lastre irregolari ad opera incerta**

La posa sarà effettuata con gli stessi criteri e lo stesso sistema descritto più sopra al punto 5, tenendo però conto che i bordi irregolari delle lastre non consentono una posa ravvicinata dei singoli elementi.

#### **7 - 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 boiaccia cementizia molto grassa e tirata a cazzuola.

#### **8 - Posa in opera di smoller**

Dovranno essere posti in opera a coltello per filari di spessore pressoché costante. La posa in opera potrà avvenire su letto di sabbia o la stessa premiscelata a secco con cemento (q.li 2 per mc circa) e in filari dritti ortogonali al senso di marcia della strada, oppure a spina di pesce. Si procederà, quindi, alla insabbiatura ed alla battitura con vibratore meccanico in presenza di acqua, e si riempiranno gli interstizi con sabbia eventualmente miscelata a secco con cemento. Si scoperà poi il pavimento per ottenere la perfetta intasatura e si procederà ad un rapido lavaggio a pioggia della superficie.

#### **9 - Riparazioni e ripristini**

Per l'esecuzione di riparazioni a vecchie pavimentazioni in porfido (scavi per fognature, tubazioni gas o cavi elettrici, ecc.) si procederà:

- f. al riempimento dello scavo, ma con la necessaria graduale costipazione;
- g. alla ricostruzione di un sottofondo analogo a quello esistente sul resto del pavimento, meglio ancora se più resistente, per opporsi ad eventuali cedimenti;
- h. alla rimessa in loco del porfido asportato all'atto dello scavo, previa pulitura dello stesso dalla sabbia o dalla malta che vi sia rimasta attaccata. Si sostituiranno gli elementi rotti o deteriorati o andati perduti;
- i. il resto delle operazioni di posa e sigillatura sarà del tutto analogo ad una nuova pavimentazione;
- j. Nel caso di pavimentazioni in cubetti e per ottenere un soddisfacente risultato si dovrà procedere all'ulteriore demolizione del vecchio pavimento ai lati dello scavo, fino alla chiave dei rispettivi archi, ed alla quale si potranno meglio agganciare i nuovi cubetti.

#### **10 - Pavimentazioni particolari non sdruciolevoli**

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. 77 – 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 poliuretano 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, etc.

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

Preparazione dell'impasto: per una corretta esecuzione occorre obbligatoriamente posare i manufatti su ghiaio del tipo 3/6 mm; per ottenere un letto drenante intasare le fughe della pavimentazione con ghiaio 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.

## ART. 78 – PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI AUTOBLOCCANTI

Le operazioni per la realizzazione di pavimentazioni in masselli autobloccanti si articolano nelle seguenti fasi:

1. preparazione del sottofondo;
2. formazione del piano di finitura del sottofondo;
3. posa delle bordature laterali;
4. stesura del riporto di posa;
5. posa dei masselli e vibrazione di compattazione;
6. sigillatura a finire;
7. smaltimento delle acque.

### 1. Sottofondo

Lo spessore e la composizione del sottofondo sono uguali a quelli normalmente richiesti per la costruzione di pavimentazioni convenzionali (rif. art. 29 "preparazione del terreno su cui debbono elevarsi i rilevati"). Le caratteristiche del sottofondo sono strettamente legate al tipo di terreno ed alla sua deformabilità, nonché al livello dei carichi cui si prevede che la pavimentazione andrà sottoposta. In genere il sottofondo dovrà essere

conforme a quanto previsto dalle norme vigenti in materia di sottofondi stradali (rif. art. 67 "massicciata o strato di base: materiali – formazione - cilindratura).

In particolare dovrà risultare:

- perfettamente compattato
- conforma agli spessori di progetto
- privo di impurità nocive
- provvisto dei necessari dispositivi di drenaggi.

## 2. Piano di finitura del sottofondo

Viene realizzato con diversi tipi di materiale e serve soprattutto per riportare il sottofondo alle quote ed alle pendenze di progetto. Per strade a traffico particolarmente pesante ed in presenza di terreni non coesivi, è prescritto l'uso di materiali legati (calcestruzzo magro unigranulare). Va sempre comunque garantito il drenaggio con opportuni accorgimenti. Il piano di finitura deve anche impedire alla sabbia, che costituisce il riporto di posa dei masselli, di essere veicolata nel sottofondo creando così dei vuoti sotto la pavimentazione. A tale fine si può prevedere l'uso di tessuti non-tessuti realizzati in materiale inorganico imputrescibile che, posati direttamente sul piano di finitura, consentono un perfetto drenaggio impedendo il passaggio delle particelle più fini di sabbia.

## 3. Bordure laterali

La bordura laterale ha la funzione di contrastare la spinta verso l'esterno della pavimentazione, quanto questa è sottoposta a carichi e di contenere lo strato di sabbia. Tali bordure vengono realizzate normalmente con cordoli in calcestruzzo, cunette prefabbricate, oppure impiegando masselli. Il tutto deve essere opportunamente vincolato.

## 4. Riporto di posa

Il riporto di posa deve essere formato da sabbia granita contenente non oltre il 3% in peso di limo, argilla o residui di frantumazione. Dovrà avere una granulometria non superiore ai 7 mm e con almeno l'80% contenuto sotto i 4 mm. Lo spessore dello strato di sabbia, a compattazione avvenuta, deve risultare di 30÷50 mm. In nessun caso le pendenze possono essere ricavate variando lo spessore di tale strato di sabbia; tale variazione provocherebbe infatti assestamenti differenziali della pavimentazione che ne comprometterebbero la planarità.

## 5. Posa dei masselli e vibrazione di compattazione

La posa verrà effettuata, di norma, manualmente mediante l'accostamento a secco dei masselli sino a compattazione avvenuta; la pavimentazione non dovrà essere sottoposta a carichi all'infuori del passaggio del posatore e delle sue attrezzature. I masselli dovranno essere posati a circa 1 cm sopra la quota di progetto; la successiva compattazione porterà la pavimentazione a livello desiderato. In prossimità dei cordoli perimetrali o di altri manufatti, sarà necessario tagliare i masselli con l'apposita taglierina.

I masselli saranno in calcestruzzo vibro compresso prodotti e controllati secondo le Norme UNI EN 1338 da aziende in possesso di attestato di conformità rilasciato da ente terzo indipendente, riconosciuto dall'UNI, che dichiara che hanno in atto una corretta e sistematica procedura di autocontrollo aziendale che soddisfa le prescrizioni di cui alla Norma UNI EN 1338. Il fornitore dovrà essere in possesso di Sistema di Qualità Aziendale certificato secondo la norma UNI EN ISO 9002 da ente accreditato SINCERT.

I masselli dovranno essere in possesso delle seguenti specifiche tecniche debitamente documentate dal produttore:

resistenza a compressione:	> 600 kg/cm <sup>2</sup>
assorbimento:	< 12% in volume
densità:	> 2.200 kg/m <sup>3</sup>
tolleranza dimensionale:	± 2 mm

## 6. Sigillatura a finire

Una volta compattata la pavimentazione, sopra i masselli, va steso uno strato di sabbia fine vagliata per un primo assestamento dei giunti. Successive stesure di sabbia, eseguite a cura dell'utilizzatore, consentiranno un completo intasamento che garantirà il perfetto auto bloccaggio tra gli elementi.

## 7. Smaltimento delle acque

Nonostante la pavimentazione sia in grado di smaltire le acque superficiali attraverso i giunti tra i masselli, è necessario prevedere delle pendenze esattamente come per le pavimentazioni convenzionali in quanto questi tendono, nel tempo, ad intasarsi con residui impermeabili. Le pendenze, in senso trasversale, dovranno essere almeno del 1%, mentre quelle longitudinali, se necessario, possono essere ridotte al 0,5% ricorrendo all'impiego di canali prefabbricati in cls. I masselli devono essere posati leggermente più alti (circa 5 mm) rispetto ai canali ed ai pozzetti di scolo.

## 5.3 – PARAPETTI METALLICI

### ART. 79 - PARAPETTI METALLICI

I parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere carichi previsti, ed essere certificati a tale scopo.

1. **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 una 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 sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. 17.01.2018 (capitolo 5).

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 17.01.2018, 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'occorrenza 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 ISO 5744.

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.

2. **Alla conclusione dei lavori** il responsabile tecnico della ditta installatrice dovrà sottoporre alla D.L. il **certificato di corretta installazione del parapetto**, allegando allo stesso:

- il manuale per l'installazione del dispositivo in oggetto;
- il documento "Caratteristiche dei materiali del parapetto ....."
- la dichiarazione di conformità del prodotto da parte del produttore alle relative specifiche tecniche;
- planimetria con indicati i tipi di parapetto utilizzati.

## 5.4 - SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

### ART. 80 - 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 accompagnamento 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, zebraature, 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 essiccazione, 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'essiccazione 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 né diventare gelatinosa od inspessirsi.

La vernice non dovrà assorbire grassi, oli 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, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra  $1,2 \div 1,5 \text{ m}^2/\text{kg}$ . (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<sup>2</sup>. 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 stornmer viscosimeter 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 zebraure, 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. 81 - 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..

Tutti i segnali verticali permanenti ed i relativi sostegni devono avere la marcatura CE in confoRMITà ALLA Norma UNI EN 12899-1. Il fabbricante dovrà fornire le informazioni sulle prestazioni, sulla qualità, sul tipo, sui materiali e sulla geometria dei sostegni, mentre l'impresa deve verificare la corrispondenza della fornitura con le specifica di progetto, consegnando poi tutta la documentazione alla D.L.. Su ogni segnale dovrà essere posta un'etichetta con il riferimento alla marcatura CE, i dati del produttore, la data di posa, l'ente gestore.

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. 16.12.1992 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 scatola verranno rifiniti sulle due facce con colore grigio neutro con speciale smalto sintetico come da art. 77 del regolamento D.P.R. 16.12.1992 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. 16.12.1992 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 deve 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 tricromatiche 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 $\beta$	
		1	2	3	4	Pellicole	
						Classe 1	Classe 2
Bianco	X	0,350	0,300	0,285	0,335	$\geq 0,35$	$\geq 0,27$
	Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Giallo	X	0,545	0,487	0,427	0,465	$\geq 0,27$	$\geq 0,16$
	Y	0,454	0,423	0,483	0,534		
Rosso	X	0,690	0,595	0,569	0,655	$\geq 0,03$	
	Y	0,310	0,315	0,341	0,345		
Verde	X	0,007	0,248	0,177	0,026	$\geq 0,03$	
	Y	0,703	0,409	0,362	0,399		
Blu	X	0,078	0,150	0,210	0,137	$\geq 0,01$	
	Y	0,171	0,220	0,160	0,038		
Arancio	X	0,610	0,535	0,506	0,570	$\geq 0,15$	
	Y	0,390	0,375	0,404	0,429		
Marrone	X	0,445	0,523	0,479	0,558	$0,03 \leq \beta \leq 0,09$	
	Y	0,397	0,429	0,373	0,394		
Grigio	X	0,350	0,300	0,285	0,335	$0,12 \leq \beta \leq 0,18$	
	Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Nero	X	-	-	-	-	$\leq 0,03$	
	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 ( $\text{cd} \times \text{lux}^{-1} \times \text{m}^{-2}$ )						
di divergenza $\alpha$	di illuminazione $\beta_1$ ( $\beta_2=0$ )	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 <sup>-1</sup> x m <sup>-2</sup> )						
di divergenza α	di illuminazione β <sub>1</sub> ( β <sub>2</sub> =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:  $I = E_r - d^2$

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/m<sup>2</sup> (D.M. del 17.01.2018). 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 UNI ISO 2063 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 le norme UNI ISO 2063 e ASTM 123) con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di kg/m<sup>2</sup> 140 ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti T-V 16 dell'altezza di mm. 40 in lega di alluminio UNI 9006-1.

I sostegni a sezione cava dovranno essere sigillati in alto così da impedire l'ingresso dell'acqua.

- 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 UNI ISO 2063 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 17.01.2018) per garantire la completa stabilità della struttura in presenza di una pressione dinamica di 140 kg/m<sup>2</sup> 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 prezzo 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<sub>ck</sub> 25 N/mm<sup>2</sup> delle dimensioni di cm. 25x25x25.

## 5.5 – MONOLITE SOTTO LA FERROVIA

### ART. 82 - TRASLAZIONE DEI MANUFATTI SOTTO LA SEDE FERROVIARIA

Il manufatto prefabbricato a struttura scatolare 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 con contemporanea esecuzione dello scavo.**

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 interruzione del traffico ferroviario.**

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.

La parete reggispinta, da realizzarsi con diaframmi in cemento armato o con palancolata in acciaio, sarà 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.

Sarà necessario prevedere tra la soletta di varo - da realizzarsi secondo le specifiche dei documenti sopra richiamati ed allegati agli atti - e la soletta di base del monolito la presenza di opportuno "multistrato di scorrimento" avente la funzione - oltre a separare il getto di calcestruzzo - di ridurre al minimo l'attrito tra manufatto e soletta di varo per meglio guidare il monolito durante la fase iniziale di spinta. Detto multistrato, in generale, dovrà essere composto da due fogli interni di polietilene cerato a contatto e da due fogli esterni di tessuto non tessuto (a contatto uno con la soletta di varo e, l'altro, con l'intradosso della soletta di fondazione del monolito) di peso minimo 200 gr/m<sup>2</sup>.

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 all'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.

L'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per impedire, durante le operazioni di scavo e di avanzamento, franamenti del terreno che possono determinare cedimenti dei binari o danni alle opere sovrastanti e latitanti la zona dei lavori. Qualunque lavoro o prestazione si rendesse necessaria per eliminare danni ed inconvenienti di qualsiasi genere causati dai lavori connessi con l'infissione e la traslazione del manufatto saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Per quanto alle operazioni di varo del monolito, l'Appaltatore dovrà inviare il programma secondo il quale esso intende provvedere alle anzidette operazioni di varo, nel rispetto delle esigenze dell'esercizio ferroviario, connesse con periodo di rallentamento del traffico ferroviario richiesto. Questo programma dovrà riportare l'approvazione delle Ferrovie, che si riservano di introdurre tutte le variazioni che esse ritenessero necessarie per assicurare, con ampia garanzia, la perfetta riuscita delle operazioni nei termini di tempo prefissati.

Nella specifica voce di elenco prezzi si intendono compresi e compensati i seguenti oneri:

- la fornitura e posa di tutte le opere provvisorie comprese quelle per mantenere l'esercizio ferroviario durante l'infissione e delle attrezzature occorrenti per la spinta;
- la formazione del pozzo di lavoro;
- il trasporto, l'installazione, il noleggio, lo smontaggio e l'allontanamento a lavori ultimati dei meccanismi e delle attrezzature nonché materiali di consumo ed energia;
- i perditempo e gli oneri connessi, di qualsiasi entità, conseguenti al ritrovamento o presenza nell'ambito del cantiere di manufatti, cavi, tubazioni ed al loro spostamento, che rimane di competenza degli Enti interessati;
- l'eventuale rimozione dei binari, traversine e massicciata con accatastamento nell'area di cantiere;
- gli scavi, le demolizioni, le rimozioni ed i rinterri necessari per il collocamento in opera del manufatto ed il ripristino dei rilevati;
- il sostegno provvisorio dei cavi elettrici correnti a ridosso della linea ferroviaria;
- l'esecuzione della infissione e traslazione eventualmente eseguite in fasi successive con stazione intermedia di spinta e con ogni necessaria apparecchiatura occorrente;
- il trasporto, l'installazione, il noleggio, lo smontaggio a lavori ultimati dei meccanismi e delle attrezzature nonché i materiali di consumo ed energia;
- l'eventuale demolizione della parete reggispinta e della platea di varo a lavori ultimati ed i ripristini necessari (rinterri, rimozione di opera provvisorie, etc.);
- ogni altro onere per porre il manufatto nella posizione definitiva nella sede ferroviaria.

## CAPO II: OPERE IMPIANTISTICHE

### ART. 83 TUBAZIONI

Il diametro interno delle tubazioni non sarà inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchi circoscritto dal fascioli cavi contenuto (e, comunque, mai inferiore a 16 mm) in modo tale da garantire la "sfilabilità" dei cavi.

Le tubazioni per l'impianto telefonico/trasmissione dati saranno completamente separate e distinte. Nella posa sarà impiegata particolare cura per evitare possibili strozzature e curve a raggio troppo stretto.

A tale scopo, si eviterà anche di far eseguire al tubo più di tre curve a 90 gradi senza l'interposizione di una scatola rompi tratta. Negli ingressi alle scatole di derivazione saranno impiegati gli opportuni accorgimenti per evitare l'introduzione della calce, intonaco, ecc. durante le lavorazioni.

**Tubazioni per posa sotto intonaco:** Per le tubazioni posate incassate sotto intonaco saranno generalmente impiegati tubi isolanti flessibili in PVC, serie pesante, marchiati IMQ, autoestinguenti e rispondenti alle norme CEI 23-14.

**Tubazioni per posa a vista:** Nel caso di adozione di tubazioni in materiali plastici, si dovrà ricorrere a quelle in PVC autoestinguente (V2 ed 850 °C) realizzate secondo le norme CEI 23.8 con resistenza allo schiacciamento superiore a 750N su 5 cm a 20°C, il grado di protezione che dovrà essere raggiunto con gli accessori dovrà essere minimo IP40. I tubi correranno parallelamente o perpendicolarmente alle strutture murarie, saranno raggruppati, nei percorsi in comune, in modo da salvaguardare anche il senso estetico. I fissaggi, anch'essi in PVC o resina, saranno ogni metro o 0,3 m prima dei cambi di direzione i quali dovranno essere eseguiti con gli accessori del tubo. Gli ingressi negli apparecchi di comando e/o nelle cassette di derivazione, saranno realizzati mediante l'uso di appositi imbocchi, o pressa tubi di misura idonea, in modo da garantire il grado di protezione della apparecchiatura e della scatola installata.

### ART. 84 CONDUTTORI

Le sezioni dei conduttori sono state scelte, secondo le indicazioni della norma CEI 64-8, imponendo una portata superiore alla corrente di impiego della linea e una caduta di tensione percentuale inferiore al 4% per ogni tratta. La corrente trasportata dai conduttori nell'esercizio ordinario non sarà tale da far superare ai conduttori stessi la temperatura limite stabilita nelle rispettive norme in relazione al tipo di isolamento usato ed alle condizioni di posa.

Si è deciso inoltre di distinguere i percorsi in:

- linee dorsali (dal quadro generale alle scatole di derivazione),
- linee di derivazione (dalle scatole di derivazione alle utenze),

scegliendo in taluni casi sezioni maggiori di quelle strettamente necessarie per il rispetto dei vincoli tecnici.

Per questo motivo si utilizzano le sezioni minime riportate nella seguente tabella in funzione della destinazione del conduttore.

Tipo linea	Sezione minima [mm <sup>2</sup> ]
Dorsali Forza Motrice	4
Dorsali Illuminazione	2,5
Derivazioni alle prese 10/16 A	2,5
Derivazione ai punti luce e ai punti di comando	1,5
Collegamenti equipotenziali principali	6

La sezione del conduttore neutro è dimensionata in base alla CEI 64-8 secondo la seguente tabella.

Sezione fase	Sezione neutro
$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_n = S_f$
$16 \text{ mm}^2 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_n = 16 \text{ mm}^2$
$S_f > 35 \text{ mm}^2$	$S_n = 0,5 \cdot S_f$

Il conduttore di protezione (PE) dovrà essere distribuito in tutto l'impianto e sarà unico su ciascuna dorsale, con sezione pari alla massima sezione presente nella dorsale stessa (CEI 64-8). Per le linee non protette mediante interruttori differenziali o non entro tubazioni protettive si dovranno utilizzare cavi uni-/multi- polari con guaina isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G16 (tipo FG16M16 o FG16OM16). Per le linee protette mediante interruttori differenziali ed entro tubazioni isolanti protettive si potranno utilizzare cavi unipolari isolati in HEPR tipo FG17. I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione. In particolare, i conduttori di neutro e protezione saranno contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, essi saranno contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone. La posa rispetterà le indicazioni fornite dal costruttore del cavo per ciò che riguarda le temperature di posa, i raggi di curvatura e lo sforzo di tiro applicabile. Ogni cavo sarà di facile identificazione e dove ciò risultasse complicato sarà opportunamente segnalato nelle scatole di derivazione e lungo i percorsi in canale per individuare il circuito di appartenenza. I cavi per segnalazione e comando se posati insieme a conduttori funzionanti a tensioni superiori saranno isolati per la più alta tensione presente nella tubazione, non sarà ammessa la posa di conduttori a tensioni di isolamento diverse nelle medesime tubazioni.

**Cavi uni/multi – polari con guaina:** I cavi uni/multi -polari con guaina avranno isolamento esterno realizzato con elastomerico reticolato di qualità G16 e garantiranno:

- la non propagazione della fiamma, secondo la CEI 20-35,
- l'assenza di gas corrosivi in caso d'incendio, secondo le CEI 20-37 I e CEI 20-38.

Le caratteristiche principali che tali cavi avranno sono:

- conduttori in rame flessibile,
- marchio IMQ,
- tensione nominale  $U_0/U = 0.6/1$  kV,
- sigla di designazione stampata (FG16M16 o FG16OM16).

Tali cavi saranno utilizzati per le linee non protette mediante interruttori differenziali o non entro tubazioni isolanti protettive. In particolare, tutti i circuiti di derivazione transitanti all'interno di tubazioni in acciaio zincato e la linea di alimentazione tra il punto di consegna e il quadro elettrico generale saranno realizzati con cavi rispondenti alle caratteristiche sopra citate.

**Cavi unipolari senza guaina:** I cavi unipolari senza guaina avranno isolamento realizzato con elastomerico reticolato di qualità G17 e garantiranno:

- la non propagazione della fiamma, secondo la CEI 20-35,
- l'assenza di gas corrosivi in caso d'incendio, secondo le CEI 20-37 I e CEI 20-38.

Le caratteristiche principali che tali cavi avranno sono:

- conduttori in rame flessibile,
- marchio IMQ,
- tensione nominale  $U_0/U = 450/700$  V,
- sigla di designazione stampata (FG17).

Tali cavi saranno utilizzati per le linee protette mediante interruttori differenziali o entro tubazioni isolanti protettive. In particolare, tutti i circuiti dorsali e di derivazione transitanti all'interno di tubazioni in PVC saranno realizzati con cavi rispondenti alle caratteristiche sopra citate.

## ART. 85 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE

Le scatole e cassette di derivazione, di cui si prevede l'impiego per la realizzazione degli impianti, saranno dei tipi come di seguito:

- cassette di derivazione per posa sotto intonaco;
- scatole di contenimento apparecchi per posa sotto intonaco o parete attrezzata;
- cassette di derivazione in esecuzione per posa in vista;
- scatole di contenimento apparecchi per posa a vista.

**Cassette di derivazione per posa incassata:** Le scatole di derivazione per posa sotto intonaco (da incasso), in materiale isolante, saranno installate a filo muro e saranno tutte fornite di coperchio con viti. In caso di posa

in parete attrezzata le scatole di derivazione dovranno avere un grado di autoestinguenza GWT 850 °C. Al fine di ottenere il perfetto allineamento del coperchio, saranno utilizzate scatole del tipo con coperchio orientabile. Le dimensioni saranno compatibili con il numero dei conduttori in transito e delle derivazioni da eseguire all'interno.

**Scatole di contenimento apparecchi per posa incassata:** Le scatole per posa sotto intonaco o parete attrezzata (da incasso) adibite al contenimento degli apparecchi di comando e prese, in materiale isolante, saranno del tipo a tre (o quattro) posti con telai di supporto in plastica e placca di copertura. In caso di posa in parete attrezzata le scatole di contenimento dovranno avere un grado di autoestinguenza GWT 850 °C. Particolare cura sarà posta durante la posa per ottenere il perfetto allineamento con le strutture. Le scatole di contenimento apparecchi non saranno in alcun caso usate come scatole di derivazione.

**Cassette di derivazione per posa a vista:** Le cassette di derivazione da impiegarsi per la posa in vista saranno in PVC autoestinguente (V2 ed 850 °C) e/o lega di alluminio o silumin, complete dei raccordi specifici e saranno installate in modo da garantire un grado di protezione minimo non inferiore a quello prescritto per le tubazioni o canalizzazioni ad esse collegate. Si intendono comunque a tenuta le apparecchiature con grado di protezione non inferiore a IP44.

Gli ingressi nelle cassette di derivazione saranno realizzati mediante l'uso di appositi pressacavi antistrappo e con dispositivo di antisvitamento, in modo da garantire il grado di protezione della cassetta. Particolare cura sarà posta durante la posa per ottenere il perfetto allineamento con le strutture.

**Scatole di contenimento apparecchi per posa a vista:** Le scatole per posa a vista adibite al contenimento degli apparecchi di comando e prese saranno in materiale plastico isolante, del tipo a tre (o quattro) posti, comprese di telai di supporto in plastica e placca di copertura. Gli ingressi nelle scatole di contenimento saranno realizzati mediante l'uso di appositi pressacavi antistrappo e con dispositivo di antisvitamento, in modo da garantire il grado di protezione della cassetta. Le scatole di contenimento apparecchi non saranno in alcun caso usate come scatole di derivazione. Particolare cura sarà posta durante la posa per ottenere il perfetto allineamento con le strutture.

## ART. 86 INTERRUITORI/SEZIONATORI DI BASSA TENSIONE

**Interruttori modulari:** Gli interruttori automatici modulari dovranno essere del tipo per montaggio su profilato DIN con garanzia della tenuta su detto profilato con molle idonee. Il potere di corto circuito nominale di servizio sarà quello riportato sugli schemi secondo CEI EN 60898. Qualora detti interruttori siano corredati di dispositivo differenziale esso dovrà essere incorporato o affiancato all'interruttore. Gli interruttori modulari dovranno essere anche sezionatori. Sugli interruttori modulari dovrà essere possibile installare accessori quali: bobine di apertura, contatti di segnalazione. Gli interruttori dovranno avere morsetti di grande capacità dotati di viti imperdibili.

**Sezionatori:** Gli interruttori in aria saranno del tipo sotto carico a scatto rapido simultaneo sulle fasi; il tipo di sezionamento deve essere tale, nel caso siano corredati di fusibili, che il sezionamento dell'interruttore permetta l'accesso ai fusibili senza nessuna parte in tensione. Dovranno essere corredati da robusti morsetti di fissaggio cavi, qualora necessario si dovrà impiegare una taglia di portata superiore se il numero dei cavi in arrivo od in partenza sia tale da non permettere un corretto montaggio. Particolare attenzione dovrà essere posta alla massima corrente di guasto che può circolare nel punto di installazione del sezionatore il quale dovrà potersi lasciare attraversare o stabilire senza danneggiarsi. Tali apparecchi dovranno rispondere alle norme IEC 947-3. Nel caso di sezionatori modulari per barre DIN, si dovrà potersi installare contatti ausiliari.

**Sezionatori con porta fusibili:** I porta fusibili che verranno installati dovranno possedere una robusta base in materiale dielettrico, contatti e morsetti di rame atti a garantire una perfetta presa sul fusibile e corredati di molle di pressione. Saranno infine corredati da separatori fra le singole fasi ed il neutro.

Qualora essi siano montati a valle di sezionatori e l'accesso all'interno del quadro sia interdetto in presenza di tensione, essi potranno essere montati a giorno e l'estrazione dei fusibili avverrà mediante adeguata maniglia di corredo.

Qualora i fusibili siano accessibili con il quadro sotto tensione, essi saranno del tipo sezionabile protetto con grado IP20, a manovra simultanea, salvo quanto detto per i sezionatori con fusibili dell'articolo precedente.

## ART. 87 APPARECCHI DI COMANDO E PRESE A SPINA

**Apparecchi di comando:** Gli apparecchi di comando: interruttori, deviatori, pulsanti, e simili saranno del tipo da incasso oppure del tipo in contenitore da esterno, in funzione del grado di protezione da rispettare negli ambienti dove essi verranno installati. Gli apparecchi di comando per installazione in scatole da incasso dovranno far parte di una serie completa di apparecchi componibili che consenta l'installazione di almeno tre apparecchi nella stessa scatola portaapparecchio. Gli apparecchi di comando dovranno essere installati ad una altezza, rispetto al pavimento, di circa 1 m e possibilmente sempre in prossimità delle porte. Gli interruttori dovranno avere una portata dei contatti di 16 A. Gli apparecchi di comando in contenitore da esterno saranno del tipo in custodia di materiale antiurtoisolante, avente un grado di protezione minimo non inferiore a IP40. L'azionamento non dovrà comportare decadimento del grado di protezione: tale condizione potrà essere soddisfatta anche con l'ausilio di idonee coperture in gomma o plastica morbida stabilmente connesse con il corpo dello stesso contenitore. Gli apparecchi di comando dovranno essere installati ad una altezza, rispetto al pavimento, di circa 1 m e possibilmente sempre in prossimità delle porte. Gli interruttori dovranno avere una portata di 16 A.

**Prese a spina:** Le prese a spina dovranno essere del tipo con gli alveoli schermati e dovranno far parte della stessa serie degli apparecchi di comando da incasso. Le prese a spina avranno una portata di 10 A o 16 A e dovranno essere installate ad una altezza dal pavimento pari a circa 0,3 m. Nel caso di installazione in zone coperte, ma esterne, le prese a spina dovranno essere montate su scatole da parete con grado di protezione non inferiore ad IP55.

## ART. 88 QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE

**Norme e documentazione di riferimento:** I quadri e le apparecchiature oggetto della fornitura dovranno essere costruiti e collaudati in accordo alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrical Code) in vigore ed in particolare le seguenti:

- quadri CEI Norma 17-13/1 IEC Norma 439-1
- interruttori CEI EN 60947-1 CEI EN 60947-2
- IEC Norma 947-1
- IEC Norma 947-2
- IEC Norma 947-3
- contattori CEI Norma 17.3 (fascicolo 252) IEC Norma 158.1
- TA CEI Norma 38.1 (fascicolo 1008)
- DPR 547 Prescrizioni relative alla sicurezza del personale.

Inoltre saranno conformi alle regolamentazioni e alle normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni.

**Caratteristiche elettriche:** A completamento di quanto evidenziato sui dati caratteristici di ogni singolo quadro, di seguito vengono evidenziate ulteriori caratteristiche comuni:

- tensione di esercizio: 400 V
- tensione di isolamento: 660V
- tensione di prova a frequenza industriale per 1 min.: 2,5 kV circuiti di potenza 2 kV circuiti ausiliari
- frequenza: 50Hz
- corrente di corto circuito simm. x 1 sec. (vedi tabella riassuntiva dello schema)
- corrente di corto circuito di picco (vedi tabella riassuntiva dello schema)
- tensione circuiti ausiliari: Vca 220V
- tensione relè di protezione e aux: Vca 220V
- temperatura ambiente 35 °C
- segregazione Min. Forma 2 (CEI 17-13/1).
- grado di protezione (vedi tabella riassuntiva dello schema)

## Caratteristiche costruttive

### A. Generalità

La struttura del quadro sarà formata da colonne del tipo prefabbricato, tra di loro componibili mediante l'impiego di bulloni e viti. La struttura di ciascuna colonna sarà di tipo autoportante, realizzata impiegando profilati in lamiera di acciaio dello spessore minimo di 2 mm composta da tre zone completamente segregate. I pannelli, le lamiere di separazione e le porte saranno realizzati con lamiera pressa piegata dello spessore di 2 mm.

Il grado di protezione meccanica delle colonne, sarà IP31 sull'involucro esterno (salvo diverse indicazioni sugli schemi progettuali) e IP20 a porte aperte.

Nella struttura saranno predisposti in posizione opportuna sia i fori sulla base per il fissaggio a pavimento o su profilati di appoggio, sia i fori nella parte superiore per la inserzione dei golfari di sollevamento. Il quadro sarà chiuso sui lati con pannelli di lamiera facilmente asportabili. La carpenteria sarà studiata in modo tale da permettere una circolazione naturale dell'aria, all'interno del quadro, in modo tale da garantire il raffreddamento delle barre, delle connessioni e delle apparecchiature di potenza.

Nell'ambito delle varie colonne si individueranno le seguenti zone tipiche:

- zona riservata agli interruttori, ai servizi ausiliari, ai cavi di potenza, cavetteria ausiliaria e relativi accessori;
- zona sbarre e connessioni.

### B. Zona cavi di potenza e cavetteria ausiliaria

La zona cavi di potenza e cavetteria ausiliaria sarà posizionata nella parte frontale del quadro adiacente alla zona riservata agli apparecchi o laterale, comunque indipendentemente dalla soluzione adottata i cavi dovranno essere facilmente amarrabili e collegabili agli interruttori. La zona cavi sarà dimensionata in modo tale da permettere un agevole infilaggio, allacciamento e staffaggio dei cavi. La zona cavi sarà chiusa da una porta per tutta altezza.

Sulla base della zona dovrà essere previsto il passaggio dei cavi di potenza dagli appositi cunicoli sottoquadro.

### C. Zona sbarre e connessioni

Le sbarre principali e le sbarre di distribuzione saranno nude e totalmente segregate dalle zone adiacenti.

Le sbarre di distribuzione, disposte verticalmente o orizzontalmente, saranno posizionate nella parte posteriore di ogni scomparto.

Le sbarre saranno in rame trifasi con neutro.

Le sbarre principali e di derivazione saranno sostenute mediante l'impiego di setti reggi-sbarre in materiale isolante stampato.

Per il collegamento tra il sistema di sbarre, gli interruttori ed altre apparecchiature saranno utilizzate bandelle flessibili in rame isolato, cavi di sezione opportuna (comunque per interruttori fino a max 100A), specifici ipartitori per interruttori miniaturizzati sino a 80 A completamente isolati. Mediante l'asportazione di opportune lamiere sarà sempre possibile raggiungere le connessioni delle sbarre dal fronte del quadro, per verificare il serraggio dei bulloni.

### D. Cavetteria per circuiti ausiliari e cablaggi

Tutti i circuiti ausiliari di comando, segnalazione e circuiti voltmetrici, saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in gomma non propaganti l'incendio; grado di isolamento minimo 3 kV, sezione minima 6 mmq. I circuiti amperometrici saranno realizzati con conduttori con caratteristiche come sopra, ma avranno sezione 6 mmq.

I secondari di tutti i TA e TV saranno messi a terra con conduttori aventi una sezione di 2,5 mmq. Tutti i circuiti ausiliari saranno protetti da condotti o guaine, se necessario.

L'individuazione dei singoli conduttori di cablaggio sarà possibile in modo univoco utilizzando adeguate numerazioni con collarini indelebili.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegano, saranno contrassegnate con numerini riportanti il numero del filo.

Tutti i simboli di individuazione dei cablaggi compariranno sugli schemi funzionali, sugli schemi unifilari e sui disegni delle morsettiere.

### E. Morsettiere

Tutti i conduttori dei circuiti con corrente nominale dell'interruttore fino a 100 A contenuti nei quadri saranno attestati a morsettiere componibili.

Le morsettiere saranno posizionate in modo tale da garantire un sufficiente spazio per l'esecuzione degli allacciamenti delle terminazioni e del fissaggio dei cavi.



## F. Materiali isolanti

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro saranno di tipo autoestinguente ed inoltre saranno scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale.

## G. Impianto di messa a terra nel quadro

Il quadro sarà percorso longitudinalmente nella parte bassa da una sbarra di terra in rame solidamente imbullonata alla struttura metallica avente sezione minima di 200 mmq.

Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria saranno francamente collegati fra di loro mediante viti per garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte saranno collegate alla struttura metallica tramite trecciole flessibili in rame, aventi sezione di 6 mmq.

Tutti i componenti principali saranno collegati a terra.

Su ciascuna estremità della sbarra longitudinale di terra si prevederanno morsetti adatti al collegamento, con cavo, all'impianto di messa a terra.

## H. Protezione contro contatti accidentali

Tutte le apparecchiature saranno singolarmente accessibili per il controllo e l'eventuale sostituzione senza dover rimuovere eventuali protezioni contro parti in tensione.

Sulle apparecchiature provviste di regolazione sarà possibile la taratura, la prova e la manutenzione con tutte le altre apparecchiature in servizio, senza pericoli di contatti accidentali con parti in tensione. Tutte le parti in tensione delle apparecchiature montate sulle portine, ed in genere tutte quelle esposte a possibili contatti accidentali durante le normali operazioni di esercizio, manutenzione e controlli, saranno protette con schermi isolanti asportabili, in modo tale da risultare comunque a prova di dito.

## Apparecchiature

Le apparecchiature principali montate nel quadro saranno adeguate alle caratteristiche di progetto.

### A. Interruttori

Gli interruttori per partenza motore saranno di tipo magnetotermico con protezione dalla mancanza di una fase. Essi saranno del tipo con regolazione della corrente termica e con contatti ausiliari.

Gli interruttori di potenza saranno del tipo in scatole di materiale isolante ad eccezione di quelli oltre i 1250° di corrente nominale i quali saranno del tipo aperto.

### B. Contattori

La categoria di impiego per i contattori sarà AC3.

### C. Trasformatori di corrente

I trasformatori di corrente saranno dimensionati in base alle caratteristiche elettriche di progetto ed avranno prestazioni e classe di precisione adeguati ai carichi che dovranno alimentare.

I trasformatori di corrente saranno adatti a resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche relative ad una corrente di corto circuito uguale a quella di progetto. I TA saranno adatti per installazione fissa. Tutti i trasformatori avranno un morsetto secondario collegato a terra.

### D. Strumenti di misura

Avranno le seguenti caratteristiche minime:

- tipo digitale da incasso, con attacchi posteriori
- tenuta alla polvere, montati sul fronte pannello.

**Apparecchiature ausiliarie ad accessori:** Il quadro sarà completo di tutti gli apparecchi di protezione, misura e segnalazione indicati sugli schemi di riferimento e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Oltre a quanto evidenziato precedentemente i quadri saranno completi indicativamente dei sottoelencati accessori:

- targhette in plexiglass
- targhe di pericolo e di istruzione per l'esecuzione delle manovre per l'inserzione ed il sezionamento delle apparecchiature
- golfari di sollevamento.

**Verniciatura:** Tutta la struttura metallica degli scomparti sarà opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire una ottima resistenza all'usura ed alle condizioni ambientali. Il colore delle superfici dei quadri sarà

realizzato con polveri epossidiche essiccate in forno, pannelli interni, minuteria ed accessori in lamiera aluzin o elettrozincata.

**Targhe:** Sul fronte del quadro sarà prevista una targa con incisa la sigla dello stesso. In prossimità di ciascuna apparecchiatura principale o ausiliaria, sia interna che in vista, sarà apposta o stampigliata in modo indelebile, una targhetta con la denominazione dell'apparecchiatura.

**Collaudo e certificato:** I quadri verranno sottoposti alle prove di collaudo previste dalle norme CEI/IEC. Verranno effettuate pertanto le sottoelencate prove:

- controllo a vista e dimensionale
- prova d'isolamento
- prova di funzionamento meccanico e degli interblocchi
- prova di funzionamento elettrico.

**Documentazione:** Per ciascun quadro dovrà essere fornita la documentazione di cui in appresso:

- calcoli sovratemperature.
- certificato di collaudo secondo
- disegno del fronte quadro se gli ingombri fossero diversi da quanto ipotizzato in progetto.

## ART. 89 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

**Impianto di illuminazione ordinaria:** Per i locali interni è previsto un impianto di illuminazione secondo lo sviluppo indicato sugli elaborati grafici. In allegato le schede tecniche degli apparecchi illuminanti previsti a progetto per agevolare la scelta di eventuali corpi illuminanti aventi caratteristiche similari.

**Impianto di illuminazione di sicurezza:** L'illuminazione di sicurezza dovrà garantire almeno 5 lux sulle vie di esodo (misurato a un 0.8m dal suolo). Nelle altre zone il livello minimo di illuminamento in caso di emergenza è stato valutato in modo da essere adeguato alle circostanze e ai compiti svolti in ogni zona e in modo che lo sbalzo tra il livello di illuminamento normale e quello in emergenza non sia eccessivo. L'illuminazione di sicurezza dovrà entrare in funzione entro 0.5s dall'istante in cui viene a mancare la tensione di rete e dovrà avere un'autonomia minima di 1 ora.

L'impianto sarà di tipo con lampade autonome con funzionamento SE per l'illuminazione delle vie di fuga e per l'indicazione delle stesse.

Le plafoniere dovranno essere munite di pittogrammi conformi alla direttiva europea 92/58, recepita in Italia con il Dlgs. 14/8/1996 n°493.

Le plafoniere dovranno essere a sorgente luminosa a led e con le seguenti caratteristiche:

- autonomia: 1 ora
- flusso luminoso minimo in emergenza: 300 lm
- alimentazione: 230 Vac, 50 Hz
- distanza di visibilità con pittogramma (EN 1838) non inferiore a 17m
- classe di isolamento: II
- Conforme alle normative europee: EN 60598-1, EN 60598-2-22, EN 61347-1, EN 61347-2-7 EN61347-2-13, EN 62031, EN 62384
- grado di protezione minimo IP42
- dotata di dispositivo di autodiagnosi interno.

Le plafoniere previste per l'installazione all'esterno dovranno avere le medesime caratteristiche di cui sopra ma con un grado di protezione minimo di IP55.

## ART. 90 IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

L'impianto di terra verrà realizzato tramite:

- un dispersore intenzionale di terra realizzato mediante corda nuda in rame sez. minima 35mmq posata in intimo contatto col terreno o nel getto di fondazione,
- quattro dispersori verticali, collegati alla corda in rame, con sezione a croce 50x50x5 mm, in acciaio zincato a caldo e di lunghezza minima 1,5m,
- collegamenti equipotenziali ai ferri di armatura della platea di fondazione.

Dal dispersore orizzontale, mediante almeno 2 conduttori di terra in corda di rame sez. 35mmq, si dovrà collegare il collettore principale di terra posto nel quadro generale (Q01). Dal collettore principale di terra si dirameranno i collegamenti ai collettori interni ai quadri elettrici secondari. Dai collettori si dirameranno i collegamenti relativamente alle masse ed alle masse estranee di pertinenza, realizzati con corda isolata di colore giallo/verde di idonea sezione.

Per quanto concerne il sistema di distribuzione BT si tratta di un impianto di tipo TT soggetto alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8, in base alle quali le caratteristiche dei dispositivi di protezione e la resistenza di terra devono essere coordinate in modo tale che l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato.

### ART. 91 IMPIANTO CABLAGGIO STRUTTURATO

L'impianto di cablaggio strutturato comprende:

- Prese trasmissione dati con connettore RJ45 da installare nei punti come da elaborati grafici, completa di presa con connettore RJ45 cat. 6, cavo cat. 6 twistato tipo UTP di collegamento al permutatore di rete posato in tubazione predisposta (connettore del permutatore conteggiato a parte), collegamenti e tutti gli accessori per una corretta installazione e funzionamento;
- Certificazione impianto trasmissione dati e rete telefonica con controllo velocità di trasmissione delle singole linee, verifica corretto cablaggio e stesura della certificazione.  
Tutto il materiale elencato si intende posato in opera a regola d'arte, completo di tutti gli accessori necessari al corretto funzionamento e perfettamente rispondente alle attuali normative.

### ART. 92 IMPIANTO TVCC

È prevista l'installazione di impianto di videosorveglianza composto da:

- telecamere Mini Drome IP con le seguenti caratteristiche tecniche: Minidome camera ad elevate prestazioni con risoluzione 4Mpx; sensore CMOS 1/3" Progressive, in abbinamento ad un potente DSP, permette di conseguire risultati eccellenti in termini di risoluzione, sensibilità e qualità delle immagini. La telecamera si avvale dei metodi di compressione H.264 Baseline, Main, High Profile e MJPEG, gestisce 4 flussi IP contemporanei (Quad Streaming) ed è dotata di un'ottica 3,6mm. La telecamera è dotata della funzione True Day&Night che, in abbinamento a 4 potenti illuminatori IR con portata fino a 40m, garantisce una copertura operativa sulle 24 ore con prestazioni perfette anche in condizioni di assenza totale di luce. La telecamera spicca per due funzionalità particolari: HDR e 3D Motion Compensated Noise Reduction (MCTF). La funzione HDR a doppio shutter (con un rapporto di contrasto molto elevato, fino 120dB), permette di riprendere le immagini con tempi di esposizione differenti a seconda delle parti più chiare o più scure e poi di ricombinarle per ottenere delle immagini finali perfette, nelle quali si vedranno distintamente i dettagli in tutta la scena. Il 3D Motion Compensated Noise Reduction (MCTF) invece interviene per eliminare il rumore digitale nell'immagine in ambienti caratterizzati da scarsa luminosità. In base allo stato (ON/OFF) della funzione HDR, la telecamera raggiunge diversi livelli di frame rate: fino a 15fps a 4Mpx o fino a 25fps a 3Mpx o 50fps in 720p (con HDR OFF) e fino a 25 fps in 1080p (con HDR ON). Grazie alla tecnologia PoE, la telecamera permette di utilizzare lo stesso cavo di rete per la trasmissione dei dati video e per l'alimentazione, riducendo pertanto i cablaggi necessari e i relativi costi. Infine, presenta un innovativo sistema anti-condensa che elimina totalmente l'utilizzo di bustine di silica gel.
- videoregistratore digitale di rete IP con le seguenti caratteristiche tecniche: il videoregistratore deve garantire immagini dettagliate ed estremamente fluide grazie al supporto dello standard 4K (il più elevato presente oggi sul mercato) e al frame rate di 25fps Real Time per ciascuno dei 16 canali. Il videoregistratore si caratterizza per la flessibilità e la semplicità di dispiegamento grazie alla capacità di connettere telecamere in modalità diretta Plug&Play. Il videoregistratore integra uno switch PoE a 16 porte con potenza complessiva 200W, 1 porta LAN RJ-45 di Uplink e 1 porta WAN RJ-45 per la creazione di una sottorete dedicata di telecamere. Il videoregistratore si interfaccia con i più moderni sistemi di comunicazione e permette il monitoraggio da remoto, anche da smartphone. La visione e la gestione può essere effettuata sia da postazione PC Client locale via LAN tramite apposita applicazione, sia da remoto tramite PC e il browser Internet. Il livello tecnologico del videoregistratore offre un considerevole numero di funzionalità che agevolano l'utente nelle normali attività di gestione dell'impianto e, al contempo, ne assicurano

i più elevati standard di sicurezza. Grazie alla presenza di un menù utente estremamente intuitivo, vengono semplificate notevolmente le operazioni di settaggio e programmazione. Inoltre, la ricerca delle immagini archiviate è immediata e semplice grazie a potenti strumenti di ricerca che permettono di individuare in pochi secondi i fotogrammi da rivedere.

Tutto il materiale elencato si intende posato in opera a regola d'arte, completo di tutti gli accessori necessari al corretto funzionamento e perfettamente rispondente alle attuali normative. L'impianto dovrà essere fornito compreso di assistenza alla richiesta di deroga allo statuto dei lavoratori e al codice della privacy relativamente alle riprese in ambienti di lavoro (Stesura relazione, disegni con area di ripresa, ecc.).

### **ART. 93 CONSEGNA DOCUMENTAZIONE DI FINE LAVORI**

Consegna al termine dei lavori della seguente documentazione:

- dichiarazione di conformità completa degli allegati obbligatori (iscrizione alla camera di commercio, elenco marche utilizzate, ecc.);
- libretti di uso e manutenzione relative alle apparecchiature installate;
- libretti di garanzia delle apparecchiature installate;
- dichiarazione del responsabile sull'avvenuta istruzione del personale addetto all'uso dell'impianto alle nuove apparecchiature installate;
- disegni "AS BUILT" a fine lavori completo dei disegni planimetrici, degli schemi elettrici dei quadri e di tutta la documentazione necessaria redatta in triplice copia in formato cartaceo;
- certificazione CE dei quadri elettrici installati con stesura dell'apposito documento di prova e fascicolo tecnico indicante le prove di tipo, il collaudo, il calcolo della sovratemperatura (ove richiesto) secondo le normative vigenti;
- certificato di collaudo dell'impianto di rilevazione incendi manuale;
- copia delle chiavi della centrale antincendio;
- collaudo dell'impianto telefonico e trasmissione dati con certificazione della rete e redazione di apposita relazione tecnica e schema di collegamento prese;
- planimetria con identificazione prese e del permutatore di rete;
- registro delle verifiche iniziali relativo agli impianti realizzati e/o modificati (con relativo svolgimento delle verifiche iniziali e delle prove strumentali previste, quali resistenza di terra, prove di isolamento, prove di intervento differenziali, prove di continuità, ecc);
- verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le verifiche periodiche e per le manutenzioni ai sensi delle leggi e normative vigenti (suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico).

Il tutto dovrà essere consegnato in apposita busta o contenitore rigido.

### **ART. 94 GARANZIA DEGLI IMPIANTI**

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire gli impianti eseguiti per un periodo di 24 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo. Si intende per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla Ditta appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero manifestare negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali utilizzati o per difetto di montaggio.

**NOTA BENE: PER QUANTO NON ESPRESSAMENTE DEFINITO NEL PRESENTE CAPITOLATO TECNICO, SI RIMANDA ALLA DESCRIZIONE DEL COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E DELL'ELENCO PREZZI UNITARI E AGLI ELABORATI GRAFICI.**