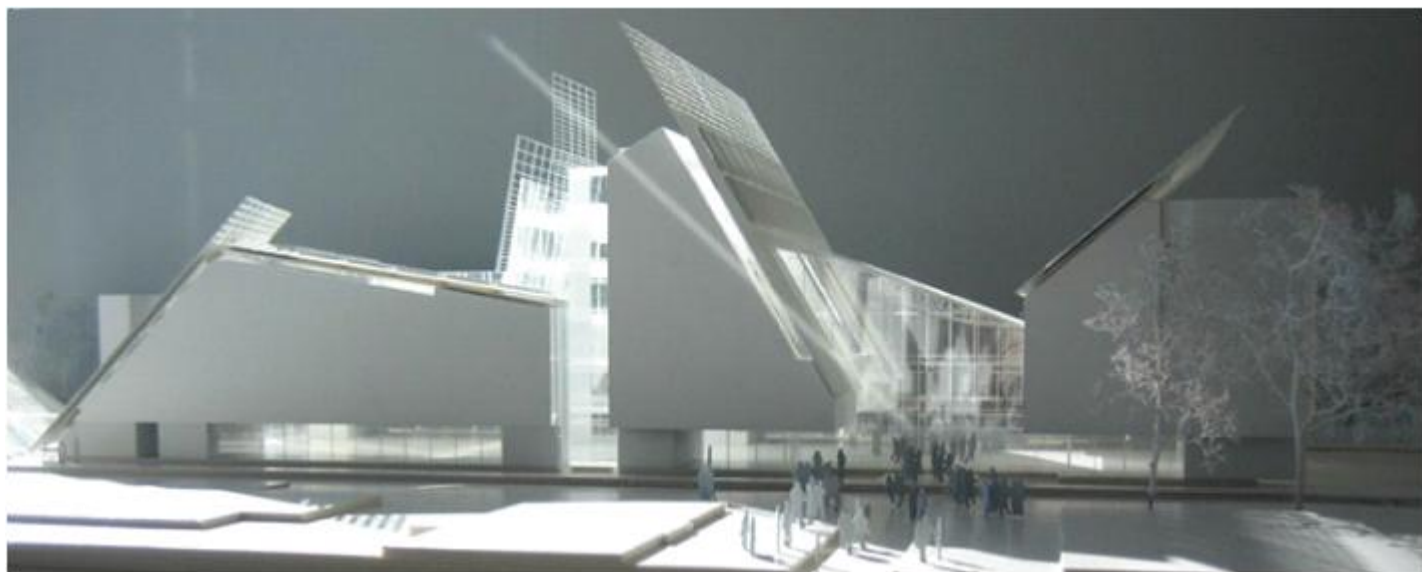


PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



Passaggio Benvenuto Disertori, 36 - 38121 Trento (TN)
tel. 0461/420816 - fax 0461/436673
e-mail: info@aiaengineering.it
PEC: aiaengineering@pec.it
Cod.Fisc. e P.IVA 01838860227
www.aiaengineering.it



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

PNRR - Missione 1 - Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura; Componente 3 - Cultura 4.0 (M1C3); Investimento 1.2 Rimozione delle barriere fisiche - CIG A00405EEE2 CUP C69122002380006.



Ing. Michele Martinelli Ing. Orhan Cesare Kurdoglu Ing. Marco Zanuso



COMMITTENTE:

MUSEO DELLE SCIENZE
Corso del Lavoro e della Scienza, 3
38122 TRENTO (TN)

FASE PROGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO:

**SISTEMAZIONE E RICONFIGURAZIONE MIGLIORATIVA DEI VIALI ESTERNI
AL MUSE E AL PALAZZO DELLE ALBERE DI TRENTO**

TITOLO DOCUMENTO:

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE SECONDA
NORME TECNICHE OPERE CIVILI**

REDATTO:

MZ

VERIFICATO:

MZ

CONTROLLATO:

MZ

SCALA:

-

CODICE LAVORO:

1216-23

N. ELABORATO:

120.10

NOME FILE :

ER.120.10.0.doc

REV:

0

DATA REDAZIONE :

AGOSTO 2023

PROGETTAZIONE ESECUTIVA:

Dott. ing. MARCO ZANUSO

e-mail: marco.zanuso@studioaia.it

PEC: marco.zanuso@ingpec.eu



COLLABORATORI:

Arch. Carla Fracalossi

geom. Marco PAPAIE



**QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO IN TUTTO O IN PARTE
SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI A.I.A. ENGINEERING S.R.L. (L. 22.04.1941, N° 633 - ART. 2575 E SEGG. C.C.)**

INDICE:

CAPO 1°: DATI GENERALI	4
ART. 1 - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DI QUANTO COSTITUISCE OGGETTO DELL'APPALTO	4
ART. 2 - DIMENSIONI E FORMA TRASVERSALE DELLA STRADA	4
ART. 3 - AVVERTENZA GENERALE.....	4
ART. 4 - FORNITURA E POSA IN OPERA DI BENI INERENTI LA SICUREZZA STRADALE.....	4
CAPO 2°: QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	5
ART. 5 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	5
ART. 6 - PROVE DEI MATERIALI.....	10
CAPO 3°: MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO.....	12
A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE	12
ART. 7 - LIBERTÀ E SICUREZZA NEL TRANSITO.....	12
ART. 8 - SVILUPPO DEI LAVORI	12
ART. 9 - TRACCIAMENTI	12
ART. 10 - SCAVI E RIALZI	12
1. FORMAZIONE DEI RILEVATI	13
2. SCAVI DI SBANCAMENTO	19
3. SCAVI DI FONDAZIONE	19
4. MATERIALI DI RISULTA PROVENIENTI DAGLI SCAVI E DEMOLIZIONI	19
ART. 11 - FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI	20
ART. 12 - INERBIMENTO DELLE SCARPATE.....	21
ART. 13 - FORMAZIONE DI RILEVATI PER TOMI DI TERRE RINFORZATE CON GEOTESSILI, GEOGRIGLIE, GEOMEMBRANE O CON RINFORZI METALLICI IN STRISCE O BARRE (TERRE ARMATE).....	21
ART. 14 - MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI STRADALI E DA DEMOLIZIONI.....	22
ART. 15 - INCASSAMENTO PER LA MASSICCIAIA	23
ART. 16 - INTERVENTI DI SCAVO A SEZIONE RISTRETTA E SUCCESSIVO RIPRISTINO SU CORPO STRADALE ESISTENTE.....	23
B) FONDAZIONI SPECIALI	26
ART. 17 - PALIFICATE DI FONDAZIONE	26
1. TIPOLOGIE.....	26
2. PROVA DI CARICO	30
3. NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	31
ART. 18 - PALI DI SABBIA	31
ART. 19 - PERFORAZIONI	31
ART. 20 - TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI.....	32
ART. 21 - PARATIE SUBALVEE.....	38
ART. 22 - DIAFRAMMI A PARETE CONTINUA.....	38
ART. 23 - FANGHI BENTONITICI.....	39
ART. 24 - FONDAZIONI A POZZO	39
ART. 25 - FONDAZIONI CON CASSONI	40
C) OPERE D'ARTE	41
ART. 25bis – MARCATURA CE.....	41
ART. 26 - CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI.....	41
ART. 27 - CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.	42

ART. 28 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.....	43
ART. 29 - STRUTTURE PREFABBRICATE.....	43
ART. 30 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE.....	43
ART. 31 - MURATURA A SECCO.....	43
ART. 32 - MURATURE DI PIETrame E MALTA CEMENTIZIA.....	44
ART. 33 - MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO.....	45
ART. 34 - MURATURE DI MATTONI.....	46
ART. 35 - MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETrame ANNEGATO.....	46
ART. 36 - INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO.....	46
ART. 37 - COSTRUZIONE DEI VOLTI.....	47
ART. 38 - LASTRONI DI PIETRA PER COPERTURA DI ACQUEDOTTI E PER SOGLIE.....	47
ART. 39 - COPERTINE.....	49
ART. 40 - RIVESTIMENTO A SECCO CON CIOTTOLI.....	49
ART. 41 - COMPOSIZIONE DELLE MALTE.....	49
ART. 42 - STRUTTURE IN ACCIAIO.....	49
ART. 43 - APPARECCHI DI APPOGGIO.....	51
ART. 44 - GIUNTI DI DILATAZIONE.....	51
ART. 45 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI DI PONTI E VIADOTTI.....	51
D) MASSICCIA O STRATO DI BASE.....	57
ART. 46 - MASSICCIA O STRATO DI BASE: MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA.....	57
E) CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	62
ART. 46 bis – STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO TRASPARENTE (ALBINO).....	62
F) LAVORI DIVERSI.....	70
ART. 47 - PROTEZIONE DELLE SCARPATE.....	70
ART. 48 - CONSOLIDAMENTO DI SCARPATE MEDIANTE L'IMPIEGO DI MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA.....	70
ART. 49 - CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE.....	71
ART. 50 - DRENAGGI.....	71
ART. 51 - GABBIONATE.....	72
ART. 52 - SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE DALLE EROSIONI DELLE ACQUE.....	72
ART. 53 – MURI CELLULARI A RETICOLO SPAZIALE.....	73
G) ELEMENTI PREFABBRICATI.....	76
ART. 54 - CORDONATE E TOMBINI.....	76
ART. 55 - CONDOTTE PORTANTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA PER TOMBINI E PONTICELLI.....	76
ART. 56 - BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI....	78
ART. 57 - BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO "NEW JERSEY".....	80
ART. 58 - BARRIERE ANTIRUMORE.....	80
H) SEGNALETICA STRADALE.....	87
ART. 59 - SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	87
Setaccio ASTM.....	88
% in peso.....	88
perline passanti per il setaccio n. 70.....	88

100%.....	88
perline passanti per il setaccio n. 140	88
15 - 55%	88
perline passanti per il setaccio n. 230	88
0 - 10%	88
ART. 60 - SEGNALETICA VERTICALE	89
L) TUBAZIONI E CHIUSINI PER RETE ACQUE BIANCHE	94
ART. 61- TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO.....	94
ART. 62- CHIUSINI PER CAMERETTE.....	96
ART. 63- POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO NORMALE	97
ART. 64- POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO ...	97
ART. 65 - POSA IN OPERA DEI CHIUSINI PER CAMERETTE.....	98

CAPO 1°: DATI GENERALI

ART. 1 - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DI QUANTO COSTITUISCE OGGETTO DELL'APPALTO

I lavori compresi nell'appalto e indicati nei disegni uniti al contratto, salvo le eventuali variazioni consentite all'Amministrazione dal Capitolato Generale, consistono nei lavori di esecuzione dell'opera: *“SISTEMAZIONE E RICONFIGURAZIONE MIGLIORATIVA DEI VIALI ESTERNI AL MUSE E AL PALAZZO DELLE ALBERE DI TRENTO”* comprendente principalmente l'esecuzione di:

- Scavi e movimenti di materie;
- Posa di cordone in pietra e acciaio corten;
- Realizzazione impianto elettrico e di illuminazione;
- Modifiche impianto irrigazione;
- Lavori vari inerenti i sottoservizi (cavidotti, pozzetti, tubazioni);
- Lavori in verde;
- Pavimentazioni bituminose in asfalto tradizionale (binder) e con bitume “albino” (tappeto usura).

ART. 2 - DIMENSIONI E FORMA TRASVERSALE DELLA STRADA

La larghezza del percorso pedonale è di circa 6.00 m, con un tratto fino a 1.50 m. La superficie complessiva è di circa 1800 mq.

ART. 3 - AVVERTENZA GENERALE

Si premette che per norma generale invariabile resta convenuto e stabilito contrattualmente che nel prezzo unitario od a corpo dei lavori s'intenderà 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 Capitolato 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. 4 - FORNITURA E POSA IN OPERA DI BENI INERENTI LA SICUREZZA STRADALE

I beni da fornire per la realizzazione di :

- barriere di sicurezza;

devono essere stati prodotti nel rispetto e nel principio della qualità, in conformità ai requisiti delle specifiche tecniche che fanno riferimento alle norme internazionali di recepimento delle direttive europee nonché alle altre norme nazionali ed alle prescrizioni tecniche in vigore.

Pertanto dovranno essere rispettati gli adempimenti di cui alla circolare del Ministro dei LL.PP. di data 16 maggio 1996, n° 2357, la quale prevede che le forniture per la realizzazione delle sopraelencate pertinenze di servizio siano effettuate come prescritto dalle specifiche tecniche dell'ente e secondo i criteri che assicurano la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 o UNI EN ISO 9000, con certificazione di qualità ai sensi delle norme EN 45014 o EN 45000, a seconda l'importo sia inferiore o superiore alla soglia comunitaria (200.000 ECU).

CAPO 2°: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

ART. 5 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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 approvato con D.M. n. 145 di data 19/04/2000.

I materiali provverranno 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:

A) 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. NTC 2018 in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

B) LEGANTI IDRAULICI

Dovranno corrispondere alla Legge 26 maggio 1965 n° 595 (G.U. n. 143 del 10 giugno 1965) e relativo D.M. 14 gennaio 1966 (G.U. n. 37 del 12 febbraio 1966) "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici".

Si distinguono in:

1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera a), b), c) della Legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3 giugno 1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.07.68).
- D.M. 20 novembre 1984 "Modificazione al D.M. 3.06.68 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.84).
- Avviso di rettifica al D.M. 20 novembre 1984 (G.U. n. 26 del 31.01.85).
- D.M. 12 luglio 1999 n. 314 "Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi destinati alle opere di ingegneria strutturale e geotecnica".

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 calce idrauliche" (G.U. n. 287 del 6 novembre 1972).

C) CALCI AEREE - POZZOLANE

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calce aeree", R.D. 16.11.1939, n. 2231, ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16.11.1939, n. 2230.

D) GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 206-1.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però, salvo diversamente specificato in MIX DESIGN, non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatura) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

E) PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

F) GHIAIE - GHIAIETTI 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 in acqua, superiori al 2%.

G) CUBETTI DI PIETRA

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R. - Ed. 1954 e nella "Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945".

H) CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - GUIDE DI RISVOLTO - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945".

I) SCAPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER FONDAZIONI

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

L) CIOTTOLI DA IMPIEGARE PER I SELCIATI

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

M) PIETRA NATURALE

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

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

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

N) PIETRE DA TAGLIO

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n. 2232 del 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione". Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

O) TUFI

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

P) MATERIALI LATERIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.

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

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

Q) MANUFATTI DI CEMENTO

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

R) MATERIALI FERROSI

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Essi dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. NTC 2018 e alle nelle norme UNI EN 10080:2005, UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

S) LEGNAMI

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno dritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltre passare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno nè smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912, al D.M. NTC 2018 e le norme UNI EN 14081-1 e 14080.

T) BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE

Dovranno soddisfare ai 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.

U) 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.

V) POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA

Le polveri di roccia asphaltica 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 asphaltica, 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.

W) OLII ASFALTICI

Gli olii asphaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asphaltiche 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°;
- 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, purchè di caratteristiche analoghe a quelle soprariportate.

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

X) MATERIALI PER OPERE IN VERDE

- 1) 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.

- 2) **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.
- 3) **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.
- 4) **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.
- 5) **ZOLLE:** queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica 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.
- 6) **PALETTI DI CASTAGNO PER ANCORAGGIO VIMINATE:** dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature e spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.
- 7) **VERGHE DI SALICE:** le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con un diametro massimo di cm 2,5.
- 8) **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 *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.
- 9) **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.

Y) TELI DI "GEOTESSILE"

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

1. composizione: fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, agglomerate senza l'impiego di collanti;
2. coefficiente di permeabilità: per filtrazione trasversale, compreso fra 10^3 e 10^1 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
3. resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 300 N/5cm (¹), con allungamento a rottura compreso fra il 25 e l'85%.

Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati di pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del "geotessile" occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23 dicembre 1985 e sul B.U. n. 111 del 24 dicembre 1985.

ART. 6 - PROVE DEI MATERIALI

A) CERTIFICATO DI QUALITÀ

L'Appaltatore, su richiesta dalla D.L. dovrà esibire al Direttore dei Lavori, prima dell'impiego dei vari materiali per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalle norme vigenti.

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 qualora varino le cave di prestito o gli impianti di produzione.

B) ACCERTAMENTI PREVENTIVI

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

- 1.000 m³ per i materiali lapidei;
- 10.000 m² per i conglomerati bituminosi;
- 500 m³ per i conglomerati cementizi;
- 50 t per cementi e le calci,
- 5.000 m per le barriere,
- 10.000 m³ 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 nell'art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

¹ Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di cm 20 con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

Le prove di laboratorio minime previste per l'accettazione preventiva dei materiali inerti da impiegare per la realizzazione dei rilevati dovranno essere almeno le seguenti:

- fuso granulometrico con classificazione gruppo di appartenenza secondo C.N.R.-U.N.I. 10006/1963 ;
- proctor modificata
- Los Angeles

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 il Laboratorio Ufficiale Provinciale. Gli addetti al Laboratorio come quelli della Direzione Lavori, dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la confezione 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'Appaltatore è tenuto a provvedere a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso il Laboratorio Ufficiale previa apposizione 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.

CAPO 3°: MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE

ART. 7 - LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO

Vien fatto stretto obbligo all'Impresa di mantenere, in ogni tempo ed in qualunque punto, libero il transito sulla 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.

Fatto salvo quanto espressamente previsto nel Piano di sicurezza e coordinamento allegati al contratto.

Per patto contrattuale la stazione appaltante è esonerata da ogni responsabilità verso gli operai e verso chiunque altro per infortuni o danni che possano avvenire in dipendenza dell'appalto, rimanendo intesi che eventuali danni saranno completamente risarciti unicamente dall'assuntore dei lavori.

E' fatto carico all'Impresa di osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al D.L. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m. (Codice della Strada) e relativo regolamento.

Eventuale chiusura della strada dovuta a necessità oggettive per l'esecuzione dei lavori stessi devono comunque essere concordate e autorizzate dal Direttore dei Lavori e dall'Amministrazione appaltante.

ART. 8 - SVILUPPO DEI LAVORI

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di fissare all'Impresa i punti 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 ed in particolare i preparativi e le provviste perciò necessari, saranno fatti dall'Imprenditore appena sottoscritto il contratto d'appalto.

ART. 9 - 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 caposaldi per la livelletta.

ART. 10 - SCAVI E RIALZI

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.

La Ditta appaltatrice dovrà essere abilitata alla rimovimentazione del materiale proveniente dagli scavi sia nel caso in cui gli stessi dovessero essere classificati come rifiuti risultanti dall'estrazione, dal trattamento, dall'ammasso di risorse minerarie o dallo sfruttamento delle cave secondo la vigente normativa, sia nel caso in cui il materiale escavato risulti soggetto alla vigente normativa sui rifiuti. Qualora la Ditta appaltatrice non fosse abilitata dovrà avvalersi di Ditte subappaltatrici in possesso di tali requisiti.

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

In particolare, nel rispetto di quanto indicato nel piano di sicurezza, i fronti di scavo non dovranno superare la lunghezza di m. 5 per altezze dello stesso superiori a m. 3 con angolo di inclinazione pari a 70° per stabilità di breve termine. Tale oneri devono intendersi compresi e compensati nella voce di scavo e pertanto nella formulazione del prezzo unitario si dovrà tenerne conto.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione dei Lavori presso il Laboratorio Prove della Provincia di Trento o presso altri Laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. U.N.I. 10006/1963 riportate nella Tabella a pagina seguente.

1. FORMAZIONE DEI RILEVATI

Per la composizione dei rialzi 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 suol dire, presi ad 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 eccedente i 50 cm.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R.-U.N.I. 10006/1963 riportate nell'allegata tabella. Per la formazione dei rilevati stradali potranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1, A2 e A3 del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

In nessun caso potranno essere impiegati inerti con diametro massimo superiore a quello indicato dalla tabella A; la curva granulometrica del materiale costituente il corpo e l'ultimo strato del rilevato dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso: serie crivelli e setacci U.N.I.:

CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE % in totale di peso
Crivello 71	85-100
Crivello 30	70-100
Crivello 10	30-85
Crivello 5	23-65
Setaccio 2	15-50
Setaccio 0.4	8-30
Setaccio 0.075	2-15

Ogni strato dovrà essere convenientemente rullato con rullo vibrante di idoneo tonnellaggio per ottenere il perfetto assestamento del corpo stradale e raggiungere i requisiti di densità massima secca AASHO indicati nella tabella A; analogamente su ogni strato dovrà ottenersi un modulo di compressibilità Me, definito dalle Norme Svizzere (VSS-SNV 670317), misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV non inferiore ai valori indicati in tabella A. Al fine di assicurare il dovuto grado omogeneità qualitativa del rilevato dovranno essere eseguite almeno le seguenti verifiche del sopracitato modulo di compressibilità Me:

	Frequenza delle prove (almeno una ogni ...)	
Sottofondo	2000 mq	
Corpo del rilevato	1000 mc/sui primi 5000 mc	5000 mc/sui mc successivi
Ultimo strato del rilevato	1500 mq	
Cassonetto e finitura	1000 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.

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni dei gruppi A1, A2, A3 un costipamento a carico dinamico-sinusoidale mentre per i terreni dei gruppi A4, A5, A6, A7 un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

La valutazione del tonnellaggio necessario può essere determinata facendo riferimento alla tabella B, nella quale sono indicati, in relazione al tipo di materiale e allo spessore dello strato compattato il tonnellaggio ottimale del rullo da utilizzare. La rullatura potrà aver luogo solo qualora la percentuale di umidità dell'inerte differisca dalla percentuale ottima, indicata dalla prova Proctor modificata, di una percentuale non superiore al valore indicato in tabella A. Qualora il materiale inerte si presenti eccessivamente secco l'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura dell'inerte stesso fino al raggiungimento del grado di umidità ottimo. In caso di umidità eccessiva si dovrà 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. La D.L. potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo, ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della D.L., da pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

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 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 anticontaminate;
- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare.

I teli geotessili saranno posti in opera 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.

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 siansi 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 diverse 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.

E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali dal Laboratorio Ufficiale Provinciale o presso altri Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa. Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione Lavori per l'utilizzazione

della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo del materiale da portare in rilevato;

L'accettazione della cava da parte della Direzione Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie che dovranno che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione essa non potrà più essere coltivata.

Tabella A: valori minimi del Modulo Svizzero Md e della Densità AASHO modificata, del discostamento massimo del contenuto d'acqua rispetto all'Optimum e del diametro massimo dell'inerte in relazione allo strato considerato.

Md N/mm ² Traffico tipo A	Sottofondo 15	Corpo del rilevato 30	Ultimo strato del rilevato (*) (spessore 40 cm) 60	Cassonetto o massicciata 100	Finitura superficiale 100
Md N/mm ² Traffico tipo B	15	30	50	80	80
Densità AASHO modificata	90	90	95	95	95
Contenuto acqua	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%	+/- 5%
Diametro max	-	30 cm	15 cm	71 mm **	30 mm **

* nel caso di trincea deve intendersi lo strato immediatamente sottostante la massicciata;

** fermo restando i limiti percentuali imposti dal fuso granulometrico.

Traffico tipo A: TGM relativo ai soli veicoli pesanti (peso sup. a 30q) superiore a 50;

Traffico tipo B: TGM relativo ai soli veicoli pesanti (peso sup. a 30q) fino a 50.

In assenza di precise indicazioni progettuali sul livello di traffico previsto si dovrà sempre considerare la strada soggetta a traffico di tipo A salvo diversa ed esplicita indicazione da parte della Direzione Lavori.

Tabella B: tonnellaggio ottimale del rullo da utilizzare in relazione al tipo di materiale e allo spessore in metri dello strato dopo la compattazione (in grassetto lo spessore ottimale).

peso statico del rullo	Sottofondo				Fondazione o corpo del rilevato	corpo rilevato e cassonetto
	Materiale grossolano	sabbia/ghiaia	Limo	Argilla		
rulli vibranti trainati						
6 t	0.75	0.60	0.45	0.25	0.40	0.30
10 t	1.50	1.00	0.70	0.35	(0.60)*	0.40
15 t	2.00	1.50	1.00	0.50	(0.80)*	-
6 t a piè di pecora/a piastre	-	0.60	0.45	0.30	-	-
10 t a piè di pecora/a piastre	-	1.00	0.70	0.40	-	-
Rulli vibranti semoventi						
7 t	-	0.40	0.30	0.15	0.30	0.25
10 t	0.75	0.50	0.40	0.20	0.40	0.30
15 t	1.50	1.00	0.70	0.35	(0.60)*	0.40
8 t a piè di pecora/a piastre	-	0.40	0.30	0.20	-	-
11 t a piè di pecora/a piastre	-	0.60	0.40	0.30	-	-
15 t a piè di pecora/a piastre	-	1.00	0.70	0.40	-	-
rulli vibranti tandem						
2 t	-	0.30	0.20	0.10	0.20	0.15
7 t	-	0.40	0.30	0.15	0.30	0.25
10 t	-	0.50	0.35	0.20	0.40	0.30
13 t	-	0.60	0.45	0.25	0.45	0.35
18 t a piè di pecora/a piastre	-	0.90	0.70	0.40	-	-

(*) Ai sensi di quanto riportato nell'articolo "SCAVI E RIALZI", in ogni caso lo strato non dovrà avere spessore superiore a 50 cm.

Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35 %							Terre limo - argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristica della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	—		—	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N. P.	≤ 10	≤ 10 max.	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	(IP ≤ LL-30)	(IP > LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice		sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compressibili	limi fortemente compress.	argille poco compress.	argille compress. med.plast.	argille compress. molto plast.	torbe di recente o remota formazione, detriti organici palustri
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellente a buono					da mediocre a scadente							da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuna o lieve			media				molto elevata			media	elevata	media
Ritiro o rigonfiamento	nullo			nullo o lieve				lieve o medio			elevato	elevato	molto elev.
Permeabilità	elevata			media o scarsa						scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				reagiscono alla prova di scuotimento* - polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento* - tenaci allo stato asciutto facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			fibrosi di color bruno nero - facilmente individuabili a vista
* prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera che scomparirà comprimendo il campione tra le dita.													

1.1. Impiego di materiali riciclati nella costruzione di rilevati

Per quanto riguarda l'impiego e le prove di accettazione e qualificazione dei materiali riciclati per rilevati e riempimenti si rimanda all'Allegato B della Delibera di Giunta Provinciale 24.06.2011 n° 1333.

2. 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.

Gli scavi di sbancamento, qualora non risulti diversamente indicato nelle sezioni di progetto o nelle sezioni tipo saranno computati a parete verticale.

3. 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.

4. MATERIALI DI RISULTA PROVENIENTI DAGLI SCAVI E DEMOLIZIONI

Il materiale di risulta dagli scavi giudicato dalla D.L. non idoneo al suo riutilizzo in cantiere oppure ritenuto idoneo ma in esubero nonché il materiale risultante dalle demolizioni in genere dovrà essere allontanato dal cantiere a spese e cure dell'Appaltatore che dovrà provvedere anche all'eventuale trasporto e smaltimento a discarica o luogo autorizzato, svincolando così l'Amministrazione appaltante da ogni scelta di utilizzo del materiale di risulta effettuata in fase di indicazione di gara, dall'Impresa appaltatrice e che per caratteristiche proprie risulti diverso dall'atteso, rispetto a quanto indicato nella relazione geologica e geotecnica.

Di quanto sopra l'Impresa ne deve tener conto nella formulazione dei prezzi unitari relativi agli scavi e alle demolizioni anche se nelle relative voci di prezzo non sono espressamente richiamati tali oneri.

Il programma di smaltimento del materiale proveniente dagli scavi e dalle demolizioni dovrà essere formalmente prodotto dall'Impresa all'Amministrazione committente prima della consegna dei

lavori accompagnato da tutta la documentazione e le autorizzazioni attestanti l'idoneità del sito al deposito definitivo del materiale da smaltire; l'Impresa dovrà garantire che per tutta la durata dei lavori lo smaltimento del materiale in oggetto avverrà regolarmente, senza ostacolare il regolare svolgimento degli scavi.

Inoltre l'Impresa dovrà presentare alla stazione Appaltante idonea documentazione comprovante l'avvenuto smaltimento in discarica pubblica autorizzata del materiale proveniente dagli scavi e dalle demolizioni in genere classificati come rifiuti speciali secondo la vigente normativa in materia.

ART. 11 - FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI

Non si cominceranno i rialzi senza prima preparare convenientemente il suolo, allontanandolo, senza speciale compenso, piante, ceppaie, humus, cotenne erbose, cespi, etc.

Qualora il terreno fosse troppo inerbito, 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.

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.

Detta lavorazione sarà compensata con il prezzo della preparazione del piano di posa dei rilevati, per l'asportazione dei primi 20 cm, e con il prezzo dello scavo di sbancamento per l'eventuale approfondimento oltre i primi 20 cm.

Quando alla suddetta quota si rinvenivano 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 90% 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 all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

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 cortina 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

$$*M_e = f_o \times \Delta p / \Delta s \times D \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

dove:

f_o = fattore di forma della ripartizione del costipamento per le piastre circolari = 1;

p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm²

umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (fra 0.05 e 0.15 N/mm²), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

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:

- a. - 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 90% della densità massima AASHO modificata, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- b. - 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 90% di quella massima AASHO modificata 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 i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (0,15 e 0,25 N/mm²), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

ART. 12 - 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. 13 - FORMAZIONE DI RILEVATI PER TOMI DI TERRE RINFORZATE CON GEOTESSILI, GEOGRIGLIE, GEOMEMBRANE O CON RINFORZI METALLICI IN STRISCE O BARRE (TERRE ARMATE)

L'esecuzione di tomi di terre rinforzate dovrà effettuarsi con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta degli scavi identificabile nella classificazione CNR-UNI 10006 come materiale di gruppo A1, A2-4, A2-5, A3.

Δp	=	differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico N/mm ²
D	=	diametro della piastra
Δs	=	differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p

In alternativa ai materiali naturali sopra citati, potrà essere previsto l'impiego di materiali riciclati di cui al precedente art. 13 paragrafo 1.1. purché, ove non espressamente previsto in progetto, l'impiego sia autorizzato dalla Direzione Lavori e dalla Stazione Appaltante.

L'uso di tali materiali è consentito previo trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa vigente e nel rispetto di quanto indicato al precedente art. 13 paragrafo 1.1.

Il compattamento dei rilevati in terra armata dovrà avvenire per strati non superiori a 30 cm fino a raggiungere la densità non minore del 90% di quella massima ottenuta dalla prova PROCTOR AASHO modificata.

Gli strati compattati dovranno essere caratterizzati da un modulo di compressibilità M_e , definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 N/mmq, non dovrà essere inferiore a 50 N/mmq; qualora la terra rinforzata costituisca rilevato stradale dovranno comunque essere rispettati i valori di M_e indicati in tabella A.

La Direzione Lavori, a propria discrezione richiederà l'intervento del laboratorio ufficiale provinciale per la valutazione delle caratteristiche meccaniche sopra riportate fermo restando il numero minimo di prove di carico su piastra indicato nella tabella riportata nell'articolo "SCAVI E RIALZI".

I pannelli di rete elettrosaldata con funzione di cassero per la sagomatura dei paramenti inclinati del tomo e della relativa chiusura con biostuoia in fibre di Juta, dovranno avere diametro 8 mm e maglia 15 x 15 cm zincata a caldo con una quantità minima di zinco non inferiore a 300g/mq.

La geogriglia dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Struttura in poliestere con rivestimento in PVC biorientata con aperture rettangolari
- Dimensioni aperture longitudinali 30 mm, trasversali 30 mm
- Massa areica minima 350 g/mq
- Resistenza a trazione longitudinale (ordito) ≥ 55 KN/m
- Resistenza a trazione trasversale (trama) ≥ 30 KN/m
- Allungamento a snervamento long. ≤ 14 %
- Allungamento a snervamento trasv. ≤ 14 %
- Resistenza a trazione long. al 2% di allungamento: > 30 KN/m
- Resistenza a trazione trasv. al 2% di allungamento > 16 KN/m
- Resistenza a trazione long. al 5% di allungamento > 35 KN/m
- Resistenza a trazione trasv. al 5% di allungamento > 20 KN/m.

La sovrapposizione dei teli non dovrà mai essere inferiore a 20 cm.

La geogriglia dovrà essere costituita da due ordini di filamenti in poliestere perpendicolarmente intrecciati, in modo da ottenere una struttura piana con aperture regolari di forma rettangolare, con le giunzioni tra due ordini di fili ottenute per intreccio e saldature successive.

Per ogni fornitura di 5000 mq (e comunque almeno 1 volta per forniture inferiori a 5000 mq) dovranno eseguirsi le seguenti prove:

- Prova di resistenza a trazione longitudinale e trasversale (KN/m)
- Prova di resistenza a trazione longitudinale e trasversale (KN/m) al 2% di allungamento
- Prova di resistenza a trazione longitudinale e trasversale (KN/m) al 5% di allungamento.

La DL controllerà la provenienza dei materiali impiegati che dovranno essere forniti da ditte operanti con sistema di qualità certificato secondo UNI EN ISO 9002.

Durante la stesura del rilevato in terra rinforzata la DL provvederà anche a controllare che le caratteristiche dei materiali utilizzati rispettino i parametri imposti dal progettista dell'opera.

I materiali dovranno essere forniti corredati di etichette riportanti una dettagliata descrizione del prodotto in modo da permettere un controllo sulla qualità e sulla provenienza degli stessi.

ART. 14 - 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'inghiaia, 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 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. 15 - INCASSAMENTO PER LA MASSICCIATA

La massicciata od inghiaia sarà contenuta entro apposito incassamento, che avrà all'estremità laterale idonee profondità sotto il lembo interno delle banchine.

Questa disposizione potrà venire adottata anche nel caso di terreni rocciosi.

ART. 16 - INTERVENTI DI SCAVO A SEZIONE RISTRETTA E SUCCESSIVO RIPRISTINO SU CORPO STRADALE ESISTENTE

Gli interventi di scavo a sezione ristretta puntuali o lineari sul corpo stradale esistente necessari ad esempio per interventi sui sottoservizi dovranno essere realizzati rispettando le seguenti prescrizioni:

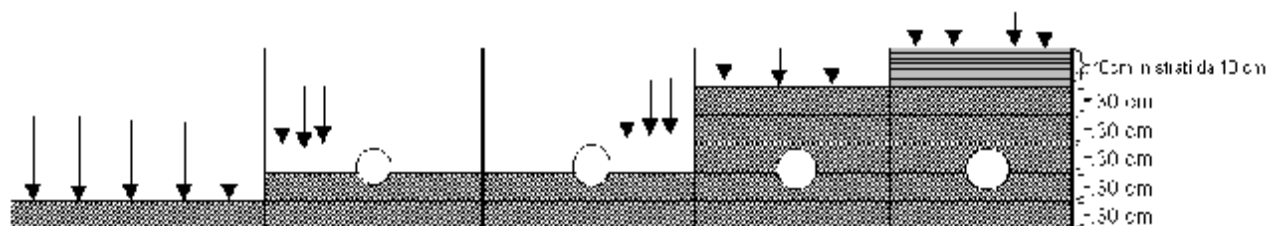
- prima dell'inizio degli scavi si dovrà eseguire con i mezzi idonei il taglio del manto bituminoso su ambo i lati in modo che i cigli risultino uniformi e di andamento regolare al fine di non provocare, nell'esecuzione dei lavori, danni anche a superfici di strada non interessate dagli stessi;
- le macchine edili, tra cui i veicoli cingolati, non possono circolare sul tappeto senza protezioni onde evitare danni (protezioni con assi o gomma);
- lo scavo per la posa della tubazione dovrà essere eseguito rispettando ubicazione, misure, distanze, profondità, pendenze, ecc. indicate nei disegni e particolari di progetto adottando tutti gli accorgimenti e le precauzioni occorrenti dettati dalla tecnica;
- detto scavo dovrà essere eseguito:
 - in senso trasversale interessando metà larghezza stradale per volta onde garantire la continuazione del pubblico transito; l'escavazione del secondo tratto potrà essere iniziata solamente dopo aver provveduto al riempimento, all'accurato costipamento ed alla perfetta sistemazione e transitabilità della rimanente sede viaria; il corpo stradale deve essere attraversato in preferenza in modo perpendicolare al piano viabile;
 - in senso longitudinale per una lunghezza che garantisca giornalmente anche la copertura dello scavo, proseguendo il lavoro soltanto dopo aver riempita, accuratamente compattata con mezzi meccanici, la parte precedentemente escavata;
- l'estradosso della tubatura, o dell'eventuale manufatto protettivo, dovrà essere posto ad almeno mt. 1,00 di profondità rispetto al piano stradale;
- è vietato porre in opera tubazioni di qualsiasi tipo sull'arginello ad una distanza inferiore a m. 1,00 dal ciglio bitumato;
- alla profondità di cm. 40 dovrà essere stesa un nastro monitore in plastica per la segnalazione delle sottostanti tubazioni;
- qualora durante l'esecuzione dei lavori si riscontrino la presenza di altri servizi (pozzetti, condutture, cavi, ecc.), l'Impresa resterà sempre e comunque la sola responsabile di

eventuali danni arrecati agli stessi e/o a terzi e dovrà provvedere sollecitamente al ripristino a propria cura e spese;

- in nessun caso il materiale di scavo potrà essere depositato sul piano viabile;

Il rinterro dovrà essere effettuato con materiale arido di cava messo in opera a strati di uniforme spessore non eccedenti i 30 cm compressi tramite idonea bagnatura e vibratura onde garantire un buon costipamento dei materiali e il raggiungimento dei parametri indicati in tabella C; lo spessore dello strato dovrà essere valutato in funzione del tipo e della massa del costipatore impiegato (vedi tabella D).

La rullatura dovrà essere effettuata ogni 30 cm e dovrà essere eseguita sia alla base dello scavo che lungo i fianchi del sottoservizio come indicato nel seguente schema:



Il cassonetto stradale dovrà essere ricostruito con misto calcareo stabilizzato di cava con granulometria 0 - 30 mm, eventualmente miscelato con polvere di cemento, nella quantità di 50 Kg/mc di materiale, qualora la D.L. o l'ente proprietario della strada lo ritengano opportuno; lo spessore minimo del cassonetto sarà di cm. 30 e dovrà essere rullato in strati di spessore non superiore a 10 cm.

La granulometria del materiale usato per il rinterro e per il cassonetto stradale dovrà in ogni caso rientrare entro il fuso previsto per la massicciata stradale (vedi articolo relativo);

Lo strato di collegamento sarà di norma realizzato in conglomerato bituminoso semiaperto (binder tipo B del Capitolato PAT), dello spessore compreso di cm. 10, da posare previa idonea costipazione del cassonetto e dovrà essere eseguito immediatamente e comunque tassativamente prima di qualsiasi sospensione festiva e non dei lavori.

Nel caso dovessero manifestarsi cedimenti è fatto obbligo all'Impresa di eseguire immediata ricarica con conglomerato bituminoso idoneo.

Ad assestamento avvenuto, previa fresatura per uno spessore di cm. 3, dovrà essere steso il manto d'usura in conglomerato bituminoso chiuso (tipo D Capitolato PAT), spessore compreso cm. 3, per la larghezza indicata dalla D.L. o dall'ente proprietario della strada.

Tali ripristini dovranno essere garantiti fino al collaudo dell'opera e fino a tale data, nel caso dovessero presentarsi cedimenti o avvallamenti, l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese ad un nuovo ripristino dei tratti danneggiati procedendo con le modalità sopra descritte.

Qualora, a seguito degli scavi, venisse danneggiata la segnaletica orizzontale, la stessa dovrà essere ripristinata immediatamente dopo la posa del binder. L'operazione dovrà essere ripetuta dopo la stesa del tappeto e/o dopo i lavori di ripristino.

Eventuale segnaletica verticale, pali segnaletici, cippi chilometrici o di confine, rimossi o danneggiati durante i lavori, dovranno essere posti su basamento in calcestruzzo rispettando la precedente ubicazione e sostituiti nel caso fossero deteriorati.

La banchina manomessa dovrà essere ripristinata con materiale arido fine ben costipato con leggera pendenza verso l'esterno e ricoperto di terreno vegetale seminato a prato.

Tabella C: Valori minimi del modulo di compressione Me (determinato con piastra da 30 cm di diametro - Norme svizzere VSS-SNV 670317) e densità relativa da raggiungere negli interventi di ripristino.

	Md N/mm ²	densità relativa (grado di compattazione) (densità in sito/densità max proctor)

Sottofondo	15	90% AASHO Mod.
Fondazione o corpo del rilevato	30	90% AASHO Mod.
Strato di base o ultimo strato del rilevato	50	95% AASHO Mod.
Cassonetto o massicciata	80	95% AASHO Mod.

Tabella D: Spessore massimo dello strato dopo compattazione relativo a lavori di ripristino della fondazione stradale per la posa di sottoservizi

peso statico del rullo	Sabbia/ghiaia
<i>Costipatori leggeri a piastra vibrante</i>	
50 - 100 kg	0,15 m
100 - 200 kg	0,20 m
400 - 500 kg	0,35 m
<i>Pestello vibrante</i>	
75 kg	0,35 m
<i>Rullo a doppio tamburo</i>	
600 - 800 kg	0,20 m
<i>Rulli vibranti tandem</i>	
1200 – 1500 kg	0,20 m

B) FONDAZIONI SPECIALI

ART. 17 - PALIFICATE DI FONDAZIONE

1. TIPOLOGIE

1.1 PALI DI LEGNO

Le palificate in legno dovranno essere eseguite con pali di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, pino rosso, ontano, castagno) scortecciati, ben dritti, di taglio fresco, congruati alla superficie ed esenti da carie.

Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza.

La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta e, ove prescritto, munita di cuspidi in ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione che la Direzione dei Lavori avrà approvato.

Prima di procedere all'approvazione della palificata la Direzione dei Lavori potrà richiedere all'Impresa l'infissione di uno o più pali allo scopo di determinare, in base al rifiuto, la capacità portante; le infissioni di prova verranno compensate secondo il prezzo d'offerta.

I pali, salvo diverse prescrizioni, verranno affondati verticalmente nella posizione stabilita in progetto; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione dovrà essere, a richiesta della Direzione dei Lavori, tagliato o asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spese dell'Impresa.

Durante la battitura la testa dei pali dovrà essere munita di anello di ferro (ghiera) che impedisca ogni spezzatura o guasto.

I pali dovranno essere battuti a rifiuto con maglio di potenza adeguata.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata), cadente successivamente dalla stessa altezza, non supererà il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire.

Le ultime volate dovranno sempre essere battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, nè l'Impresa potrà in alcun caso recidere il palo senza averne avuto autorizzazione.

In uno speciale registro tenuto dalla Direzione dei Lavori, che verrà firmato giornalmente da un incaricato dell'Impresa, sarà annotata, giuste le constatazioni da eseguirsi in contraddittorio, la profondità raggiunta da ogni singolo palo, il rifiuto presentato dallo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere.

L'impresa è obbligata a mettere in opera tanti battipali, quanti ne permetterà lo spazio disponibile e quanti ne potrà esigere una buona e sollecita esecuzione dei lavori. Quando la testa dei pali debba essere spinta sotto acqua, il Direttore dei Lavori può permettere l'uso di un contropalo di conveniente lunghezza e diametro, munito di perno di ferro per la sua temporanea unione col palo che deve essere infisso.

1.2. PALI PREFABBRICATI IN C.A.

La Direzione dei Lavori, in applicazione del D.M. NTC 2018, darà il benestare al tipo e lunghezza dei pali da adottare, solo dopo l'infissione di uno o più pali di saggio, allo scopo di determinarne la capacità portante; l'onere di queste infissioni di saggio è stato tenuto in conto nella determinazione dei prezzi di offerta; sarà opportuno, in generale, che la posizione dei pali di saggio coincida con quella dei pali definitivi.

I pali verranno numerati, così come sulla pianta di dettaglio delle fondazioni; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione, sarà demolito oppure asportato, e sostituito da altro, a cura e spese dell'Impresa; che non verrà compensata per il palo inutilizzato.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento, prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata) cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito della infissione dei pali di saggio, in relazione alla resistenza che il palo deve offrire; a tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, nè l'Impresa è autorizzata, in alcun caso, a recidere il palo senza averne avuta autorizzazione.

Le constatazioni, in contraddittorio, la profondità raggiunta da ciascun palo, ed il rifiuto relativo, saranno annotati con numero relativo, in un registro che verrà firmato giornalmente dall'Impresa e dalla Direzione dei Lavori, e conservato a cura di quest'ultima per essere allegato agli atti da inviare al Collaudatore.

1.3. PALI SPECIALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO REALIZZATI IN OPERA

La realizzazione del cavo destinato a ricevere il calcestruzzo avverrà sotto l'effetto di un maglio battente su di un tuboforma munito di puntazza, che costringa il terreno in sito a dislocarsi lateralmente, contemporaneamente all'affondarsi del tuboforma senza alcuna asportazione di terreno.

I rifiuti offerti dal suolo dovranno essere riportati su apposito registro e serviranno da riferimento per la presumibile portanza del costruendo palo.

Per i pali di saggio e le constatazioni in contraddittorio verranno osservati i criteri e la procedura previsti nel precedente paragrafo ("Pali prefabbricati in c.a.").

Ultimata l'infissione del tuboforma, verrà realizzato, a mezzo di un maglio cadente entro il tuboforma, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo.

Il bulbo di base, la canna ed i bulbi intermedi, verranno realizzati con calcestruzzo avente rapporto acqua/cemento assai limitato, versato tratto a tratto in volumi modesti e battuto, oppure pressato, in maniera che si espanda nelle masse terrose circostanti e dovrà risultare di classe non inferiore a 250 e/o di quanto specificato nei calcoli e nelle singole voci dell'Elenco.

Il tuboforma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo costituente il fusto del palo. L'armatura metallica interesserà in tutto o in parte la lunghezza del palo a seconda del progetto ed andrà collocata in opera prima dell'inizio del getto nel tratto di fusto interessato dall'armatura stessa.

L'introduzione del calcestruzzo nel tuboforma avverrà mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore, che dovrà essere aperta solo in prossimità della superficie raggiunta dal getto precedente.

Durante i getti verrà evitato con ogni mezzo il dilavamento del calcestruzzo per falde freatiche oppure correnti subalvee.

1.4. PALI DI GRANDE DIAMETRO, TRIVELLATI

Per le palificate eseguite con pali trivellati si procederà all'infissione del tuboforma mediante asportazione del terreno; raggiunta la profondità necessaria, dovrà essere asportata l'acqua e la melma esistente nel cavo.

Messa in opera l'eventuale gabbia metallica, si procederà al getto ed al costipamento del conglomerato cementizio con sistemi in uso e brevettati, riconosciuti idonei dalla D.L. e adeguati alla richiesta portanza del palo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria previamente approvata dalla D.L. e dovrà risultare di classe non inferiore a 250 e/o di quanto specificato dai calcoli statici nelle singole voci dell'Elenco.

In particolare per i pali di grande diametro, i getti andranno eseguiti con accorgimenti che garantiscano la massima sicurezza contro i pericoli di decantazione del conglomerato o di taglio del palo.

L'introduzione del calcestruzzo avverrà pertanto mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore e il tubo forma verrà ritirato, tratto tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo costituente il fusto del palo.

Viene inoltre precisata la necessità che la rasatura delle teste dei pali sia eseguita fino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del conglomerato non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'impresa procedere al prolungamento del palo fino alla quota del sottopinto.

1.5. PALI A GRANDE DIAMETRO CON L'IMPIEGO DI FANGHI BENTONITICI

Per i pali a grande diametro realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso del tuboforma, lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione a seconda della natura del terreno.

Per ciò che riguarda le modalità di getto del conglomerato, la rasatura delle teste dei pali, ecc. vale quanto prescritto al precedente paragrafo. ("Pali a piccolo e grande diametro, trivellati").

1.6. PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI)

1.6.1 Norme

La normativa a cui attenersi strettamente è quella contenuta nel D.M. 14 2018 "Norme tecniche per le costruzioni" e alle raccomandazioni A.I.C.A.P. relative agli ancoraggi nei terreni e nelle rocce del maggio 1993 e s.m..

1.6.2 Definizione, classificazione e campi di applicazione

Si definiscono micropali i pali trivellati e di fondazione aventi diametro non maggiore a 300 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 2000 Kg/cm²

Per terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 2.000 Kg/cm² 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.

1.6.3 Armature micropali

Per l'armatura di micropali si adotteranno tubi in acciaio S355 senza saldature longitudinali.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

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.

1.6.4 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.

1.6.5 Riempimento a gravità

Il riempimento del foro, 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 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.

1.6.6 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.

1.6.7 Iniezione bulbo ad alta 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 apposizione, 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".

1.6.8 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.

1.6.9 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 3%;
- 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.

1.6.10 Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali

Rapporto acqua/cemento: <0,5;

Resistenza cubica: $R_{ck} > 300 \text{ kg/cm}^2$

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;
 - per le paste, kg 900 di cemento per metro cubo di impasto.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

Per quanto non espressamente previsto si rimanda alle Raccomandazioni A.I.C.A.P. sopra menzionate al punto 3.3.

1.6.11 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 inferiore a 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 al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407-69;
- nel caso di tubi secondo le misure nominali, con le tabelle redatte dalle acciaierie.

1.6.12 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 della perforazione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione.
- identificazione della litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

2. PROVA DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate a carico dell'Impresa nel numero e con le modalità di cui al punto 6.4.3.7.2 del D.M. NTC 2018.

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 perchè 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 un putrelles, 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 dei flessimetri e il diagramma carichi-cedimenti.

3. 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 al 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. 18 - PALI DI SABBIA

I "Pali di sabbia" hanno per scopo di drenaggio ed il consolidamento accelerato di terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati. Si eseguono praticando dapprima nel terreno un foro con estrazione di materiale, fino allo strato compatto di argilla, si riempiono successivamente la cavità di sabbia pulita, vagliata, e per quanto possibile monogranulare, avente la granulometria prescritta dalla Direzione Lavori.

Dalla zona di lavoro verrà tolta la prima copertura vegetale, stendendo quindi uno strato di circa cm 50 di sabbia dello stesso tipo di quella usata per i dreni e sporgente almeno un metro al di fuori della base del rilevato. I dreni avranno il diametro, l'interesse e la lunghezza richiesti dal caso specifico e comunque concordati con la Direzione Lavori.

Per i "pali di sabbia" si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 e s.m..

ART. 19 - 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.

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. 20 - 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.

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" maggio 1993.

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 col 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 CO₂ disciolta nell'acqua risulti maggiore a 30 mg/l;
- il contenuto in NH₄ 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 6000 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 dovranno essere conformi alle norme del D.M. NTC 2018 emanato in applicazione all'art. 21 della Legge 5.11.1971, n. 1086.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato B della Circolare del Ministero LL.PP. 30.6.1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

4. Miscele 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 alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979 e s.m..

Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI 2332 (apertura 0.075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

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

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

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura dell'Impresa ogni qualvolta richiestogli dalla Direzione Lavori.

Se in occasione di tali controlli anche solo una delle due prove non fornisse risultati conformi a quanto richiesto, le iniezioni saranno sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con idonee caratteristiche.

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 impiego 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 adotterà 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 immettendo 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 adotterà in terreno di qualunque natura caratterizzati da un modulo di deformazione a beve termine sensibilmente inferiore a 5000 kg/cm^2

L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive fino a ottenere pressioni di iniezioni residue di $8\div 15 \text{ kg/cm}^2$, 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 interasse 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 (Clauquage); 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.

Circa le modalità di esecuzione di tali operazioni si dovrà far riferimento a quanto previsto nelle citate "Raccomandazioni: Ancoraggi nei terreni e nelle rocce " di data maggio 1993 elaborato dall'A.I.C.A.P. in particolare ai paragrafi 6 e 7.

La prova consiste in un ciclo semplice di carico e scarico del tirante realizzato secondo le modalità sotto riportate.

La forza di collaudo N_c è pari a $1.2 N_q$ essendo N_q la forza teorica di utilizzazione.

Il tirante viene tesato, a partire da una forza di allineamento N_o (pari a $0.1 N_q$) fino al valore delta forza di collaudo N_c con incrementi di carico pari a $0.1 N_q$ con sosta a ciascun incremento di 1 minuto misurando il corrispondente allungamento.

La forza N_c o l'allungamento vengono mantenuti costanti per un periodo di tempo Δt pari a:

$\Delta t = 5$ minuti per tiranti in acciaio in terreni non coesivi

$\Delta t = 15$ minuti per tiranti in terreni coesivi

Al termine di tale periodo, dopo aver rilevato l'incremento di allungamento (fig. a) o la riduzione della forza $\Delta N'$ (fig. b), il tirante viene scaricato al valore della forza di allineamento N_o , in tre stadi con sosta di 1 minuto per ogni gradino, rilevando il relativo allungamento permanente $\Delta l_p = \delta k$ nelle figure 9 e 10 per paragrafo 7.2 dell'elaborato dall'A.I.C.A.P. di data maggio 1993

Quindi il tirante viene tesato al valore della forza di tesatura N_i prevista dal progetto e bloccato a tale valore.

Per l'accettazione del singolo tirante (nel caso delle tre prove) devono essere verificate le seguenti condizioni:

1) se la prova è condotta a carico costante la variazione di allungamento registrata all'apice del ciclo deve essere dello stesso ordine di grandezza di quella rilevata nella prova del terzo tirante con uno scostamento massimo del $\pm 5\%$; se la prova condotta ad allungamento costante la variazione della forza all'apice del ciclo deve essere inferiore al 5% della forza applicata ($\Delta N' < 5\% N_c$);

2) la lunghezza libera effettiva deve verificare le seguenti condizioni:

$$0,9 l_i \leq l_L \leq l_i + 0,5 l_f$$

in cui l_L è data in prima approssimazione dalle espressioni:

$$l_L = \frac{\Delta l A_s E_s}{N_c - N_o} \quad (\text{prova a carico costante})$$

$$l_L = \frac{\Delta h A_s E_s}{\quad} \quad (\text{prova ad allungamento costante})$$

$$(N_c - \Delta N') - N_o$$

3) l'allungamento permanente Δl_p deve essere minore di 1,3 volte quello riscontrato nelle prove preliminari sul terzo tirante (§ 6.8).

I tiranti che non soddisfano i predetti requisiti di collaudo vanno sostituiti con nuovi tiranti od opportunamente declassati.

Nel caso in cui si sia effettuata la sola prova di sfilamento (prova del 1° tirante solamente) le condizioni di accettazione che debbono essere verificate sono:

1) se la prova è condotta a carico costante, la variazione di allungamento registrata all'apice del ciclo deve essere inferiore al 5% dell'allungamento teorico relativo alla forza corrispondente; se la prova è condotta ad allungamento costante la variazione della forza all'apice del ciclo deve essere inferiore al 5% della forza applicata ($\Delta N' < 5\% N_c$).

2) la lunghezza libera effettiva deve verificare le seguenti condizioni:
in cui è data in prima approssimazione dalle espressioni

$$0,9 l_i \leq l_L \leq l_i + 0,5 l_f$$

in cui l_L è data in prima approssimazione dalle espressioni:

$$l_L = \frac{\Delta l A_s E_s}{N_c - N_o} \quad (\text{prova a carico costante})$$

$$l_L = \frac{\Delta h A_s E_s}{(N_c - \Delta N') - N_o} \quad (\text{prova ad allungamento costante})$$

(prova a carico costante)
(prova ad allungamento costante)

3) l'allungamento permanente Δl_p deve essere contenuto entro valori fissati dal progettista.

I tiranti che non soddisfano i predetti requisiti di collaudo vanno sostituiti con nuovi tiranti od opportunamente declassati.

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 apparecchiature di precisione per la rilevazione di allungamenti 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.

ART. 21 - PARATIE SUBALVEE

Le paratie subalvee a difesa delle fondazioni potranno essere ottenute con palificate a contatto, o in cemento armato o con altro sistema approvato dalla Direzione dei Lavori e comunque devono rispondere alle prescrizioni del D.M. 11 marzo 1988 e s.m..

Sarà cura dell'Impresa presentare in tempo utile alla stessa Direzione dei Lavori i disegni costruttivi e precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati.

TURE PROVVISORIE

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stesi e a completa tenuta d'acqua.

Saranno costruite con gli accorgimenti e le modalità qui di seguito descritti e tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla pressione delle terre, non lascino filtrare acqua attraverso le pareti.

Verranno infissi nel terreno pali di abete o pino bene appuntiti, perfettamente verticali, a distanza conveniente e di diametro proporzionato alla profondità necessaria; ogni palo che si spezzasse sotto la battitura o che nella discesa deviasse dalla verticale dovrà essere estratto e sostituito a spese dell'Impresa.

Adossata ai pali verrà costruita una doppia parete di tavoloni di abete o pino perfettamente combacianti fra loro, infissi nel terreno. L'intercapedine tra le due pareti dovrà poi essere riempita d'argilla con tutti gli accorgimenti necessari perchè essa debba ben contribuire alla tenuta dell'acqua.

Potranno essere anche impiegate, come ture provvisorie, palancolate tipo Larssen che, per quanto riguarda il profilo, il peso e la lunghezza del tipo, siano state approvate dalla Direzione dei Lavori.

Le ture provvisorie saranno contabilizzate e compensate soltanto quando la Direzione dei Lavori medesima ne avrà ordinata l'esecuzione, a seguito di riconosciuta necessità durante il corso dei lavori.

ART. 22 - DIAFRAMMI A PARETE CONTINUA

I diaframmi a parete continua sono costituiti da una serie di pannelli in calcestruzzo semplice o armato gettati in opera, collegati tra di loro mediante incastri di vario genere, per la difesa di fondazioni di opere preesistenti o da costruire, per pareti di contenimento, per difese fluviali e traverse in alveo o per elementi portanti e comunque devono rispondere alle prescrizioni del D.M. 11 marzo 1988 e s.m..

Lo scavo sarà eseguito mediante l'uso di fanghi betonitici, salvo diverso avviso della Direzione Lavori, e con l'impiego di mezzi atti a realizzare il taglio graduale del terreno e la raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione Lavori e dovrà risultare di classe non inferiore a 250.

Per quanto concerne i controlli e le prove del calcestruzzo si richiama espressamente quanto stabilito all'art. "Conglomerati cementizi semplici ed armati".

I getti, da effettuarsi singolarmente per ogni pannello, saranno eseguiti esclusivamente con l'impiego di benne a scarico di fondo o di tubazione immersa la cui estremità inferiore, durante il getto, dovrà essere mantenuta a quota inferiore di almeno 2 metri rispetto al livello raggiunto dal calcestruzzo.

Ove siano previste armature metalliche, queste dovranno essere realizzate in conformità delle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni dell'articolo: "Acciaio per c.a. e c.a.p."

Il numero e le dimensioni dei singoli pannelli, come pure l'ordine di realizzazione degli stessi, potranno essere fissati o variati a giudizio della Direzione lavori, senza che per ciò l'Impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

Nel caso che, durante la scoperta del parametro in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere della Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno ritenuti necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Per ciò che attiene alla confezione dei fanghi bentonitici, modalità d'impiego, prove di controllo, ecc. si rimanda a quanto prescritto dall'art. "Fanghi bentonitici".

ART. 23 - FANGHI BENTONITICI

I fanghi bentonitici da impiegare nello scavo di palificate, di trincee, o per l'esecuzione di paratie e di muri, o comunque per il sostegno delle pareti di un cavo, dovranno essere costituiti da una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8 - 17 Kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salva la facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare dosature diverse. Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% del peso della bentonite asciutta.

La miscela sarà eseguita in impianti automatici con mescolatore ad alta turbolenza e dosatore a peso dei componenti.

Circa le caratteristiche della miscela si precisa che questa dovrà avere una gelimetria, a temp. zero, non superiore a 15 cm e non inferiore a 5 cm di affondamento, ed un peso specifico, misurato alla vasca di accumulo, compreso fra 1,05 e 1,10 tonn/m³.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico della miscela; mentre per la constatazione delle predette caratteristiche di gelimetria, nonché dei valori del rigonfiamento della bentonite, del pH, della decantazione e della viscosità della miscela, si ricorrerà al Laboratorio ufficiale.

ART. 24 - FONDAZIONI A POZZO

Dove particolari esigenze impongono il raggiungimento di strati consistenti a notevole profondità per la fondazione di manufatti, o di opere a difesa della sede stradale, con l'attraversamento di terreni in frana o comunque di scarsa stabilità, è previsto l'impiego di pozzi, a pianta circolare od ellittica ed eventualmente anche poligonale, eseguiti per sottomurazione.

Lo scavo in pozzo a cielo aperto verrà realizzato a tratti, per profondità variabili, volta a volta, da 0,50 a 2,00 m. Eseguito il primo tratto di scavo, per il diametro ordinato, a partire dal piano di sbancamento, verrà costruito contro le pareti dello scavo, un anello di calcestruzzo semplice oppure armato dello spessore variabile in funzione del diametro del pozzo e determinato dalla Direzione dei Lavori. Lo scavo proseguirà verso il basso per un altro tratto, della profondità come sopra variabile da 0,50 a 2,00 m, e verrà costruito il secondo anello, per sottomurazione rispetto al primo, con calcestruzzo del medesimo tipo e dello stesso spessore.

E così fino a raggiungere la profondità fissata dalla Direzione dei Lavori.

Effettuato lo scavo, e raggiunta una profondità prossima al piano sul quale la Direzione dei Lavori stabilirà di posare le fondazioni dell'opera, la costruzione degli anelli verrà arrestata ad una quota di 0,50 - 1,50 m al di sopra di detto piano, e lo scavo verrà scampanato. dove occorra anche a campioni. Sul predetto piano di posa della fondazione, si raggiungerà tutto in giro una sporgenza di cm 50 rispetto alla superficie contro terra del pozzo e quindi una dimensione che risulti in ogni punto

maggiore di m 1,00 rispetto alla sezione orizzontale risultante dalla somma di quella netta del pozzo più i due spessori del rivestimento. In quest'ultimo tratto scampanato non verranno eseguiti anelli in calcestruzzo.

ART. 25 - FONDAZIONI CON CASSONI

A) NORME GENERALI

Per le fondazioni con cassoni si applicheranno le norme contenute nel D.M. NTC 2018. L'Impresa si atterrà alle norme del D.P.R. n. 321 del 20 marzo 1956, "Norme per la Prevenzione degli Infortuni e l'Igiene del Lavoro nei Cassoni ad Aria Compressa" e s.m..

I lavori verranno eseguiti sotto la sorveglianza di un capo squadra di provata capacità e di un suo sostituto sempre presente.

L'entrata e l'uscita dai cassoni verranno regolate da un guardiano esperto, il quale non lascerà il suo posto finché tutte le persone non siano uscite dalla campana.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare le campane, le calate, le condotte ed i serbatoi, mediante prova con aria, oppure con acqua, a pressione 1,5 volte maggiore di quella di esercizio e comunque non inferiore a 0,3 N/mmq.

B) MODALITÀ DI SCAVO E DI AFFONDAMENTO

L'Impresa sarà responsabile del buon funzionamento degli apparecchi di compressione e condotta dell'aria, della loro stabilità e di quella di tutti i mezzi d'opera ausiliari.

Le difficoltà che potessero incontrarsi nell'affondamento dovranno essere superate a cura e spese dell'Impresa, tempestivamente; restano ed intero carico di essa i danni che, per qualsiasi causa, avessero a subire i cassoni, e le attrezzature e mezzi d'opera ad esso connesse.

La profondità da raggiungere, presunta in progetto, potrà essere modificata anche in corso di lavoro, a giudizio esclusivo ed insindacabile della Direzione dei Lavori, in funzione delle formazioni geologiche incontrate nello scavo, oppure di altre circostanze che venissero in luce.

L'affondamento del cassone va realizzato con regolarità, evitando scossoni od obliquamenti, mediante il peso dello stesso. I cassoni cellulari, o comunque alleggeriti, potranno essere zavorrati con materiali che verranno rimossi integralmente, a cura e spese dell'Impresa, ad affondamento ultimato. Eventuali deviazioni o deformazioni andranno riparate con i criteri che fisserà la Direzione dei Lavori, a cura e spese dell'Impresa.

C) RIEMPIMENTO E MURATURE

Raggiunto l'affondamento prescritto verrà spianato il fondo dello scavo ed avrà inizio il riempimento della camera di lavoro, da realizzare con calcestruzzo di cemento avente basso rapporto acqua/cemento, a strati orizzontali spessi non più di cm 30, vibrato con cura fino a riempire tutti i vuoti, particolarmente contro le pareti.

La pressione dell'aria nell'interno del cassone, durante il riempimento, va tenuta ad un livello tale che l'acqua non penetri nel calcestruzzo.

La Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere cautele e provvedimenti a suo giudizio necessari per assicurare l'incassatura del calcestruzzo contro il soffitto della camera di lavoro, nonché ogni opera che eviti cedimenti del soffitto stesso, e garantisca che non rimangano vani nel masso di fondazione.

Le calate vanno riempite anch'esse con calcestruzzo.

L'Impresa provvederà a tutto quanto necessario perché la Direzione dei Lavori ed il personale addetto ad esso possano accedere in ogni tempo alla camera di lavoro; l'accertamento dell'idoneità fisica ad accedere nei cassoni del Direttore dei Lavori e del suo personale di aiuto, ed eventualmente del Collaudatore, sarà a cura e spese dell'Amministrazione.

Qualora debbano essere costruiti più cassoni affiancati l'Impresa adotterà ogni accorgimento perché le pareti affacciate aderiscano quanto meglio possibile l'una all'altra, eventualmente anche a mezzo iniezioni di cemento.

C) OPERE D'ARTE

ART. 25bis – 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. NTC 2018 , i materiali ed i prodotti per uso strutturale, per essere impiegati nelle opere, devono essere in possesso della Marcatura CE, se coperti da specifica norma europea armonizzata in accordo alla Direttiva 89/106/CEE recepita in Italia dal DPR 246/1993 e s.m., oppure qualificati presso il Servizio Tecnico Centrale, se non coperti da Marcatura CE.

ART. 26 - 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 C12/15, C16/20, C20/25, C25/30, C28/35, C30/37, C32/40, C35/45, C40/50.

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, la resistenza, la classe di esposizione, le procedure di controllo e la verifica delle proprietà, si intende assunto quale riferimento normativo le norme UNI EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004, in accordo con quanto stabilito dal D.M. NTC 2018.

L'impasto si impiegherà appena compiutane la manipolazione che dovrà avvenire con betoniera e nel collocarlo in opera si useranno le cautele suggerite dall'arte, massime quando abbia da essere sommerso dall'acqua, nel qual caso si dovranno impiegare i mezzi necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne sia pregiudicato il pronto consolidamento. L'impasto in casi di impossibilità di farlo con betoniera dovrà venire rimestato sopra appositi tavolari tre volte a secco e tre volte bagnato in modo che abbia da riuscire perfetto.

Il calcestruzzo sarà regolarmente disteso e compresso in maniera che non restino vani nel recinto della cassa, e, spianatene con diligenza la superficie su cui dovranno elevarsi i muramenti, si lascerà in riposo per il tempo che occorrerà onde possa resistere alla pressione, cui deve andar soggetto. A richiesta della D.L. dovrà essere vibrato senza alcun compenso particolare.

Qualora i lavori vengano eseguiti nella stagione rigida, l'Impresa dovrà prendere, a sue spese, tutti i provvedimenti perché il calcestruzzo non abbia a soffrire per effetto del gelo, salvo diverse disposizioni che la D.L. potrà dare di volta in volta circa la sospensione dei getti e/o particolari disposizioni e accorgimenti cautelativi da adottare: per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

La lavorabilità del calcestruzzo non dovrà essere ottenuta con il maggior impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo.

La D.L. potrà consentire l'impiego di areanti, plastificanti, o fluidificanti,, anche non previsti negli studi preliminari: in questi casi, l'uso di areanti 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 potrà essere fissata dalla D.L. 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 a 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.

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 il Laboratorio di Prove Materiali della Provincia.

ART. 27 - 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. NTC 2018 operando, in particolare, sulla base delle norme UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2 per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3 e UNI EN 12390-4.

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 col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla 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 progettuali 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. 28 - 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 D.M. NTC 2018 e alle nelle norme UNI EN 10080:2005, UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono previste dallo stesso D.M. NTC 2018.

ART. 29 - 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...) da eguagliare almeno quelle originariamente previste.

L' impresa deve fornire tutta la documentazione necessaria a dimostrare quanto sopra, compresi i calcoli statici a firma di un professionista abilitato.

L' accettazione è a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

ART. 30 - 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 soddisfini alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e, secondo le prescrizioni della D.L.. Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa, è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venir fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l' ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

ART. 31 - MURATURA A SECCO

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritorie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

ART. 32 - MURATURE DI PIETrame E MALTA CEMENTIZIA

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavorate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. La malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m³ di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ART. 33 - MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto della esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezzo fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, nè dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, per modo che le connessure fra concio e concio non eccedono la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'Amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate nè smussature agli spigoli, nè cavità nelle facce, nè masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originari letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

ART. 34 - MURATURE DI MATTONI

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di alta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, nè minore di 1/2 cm.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento a vista si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere prafilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavature.

ART. 35 - MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETrame ANNEGATO (Calcestruzzo ciclopico)

Quando la Direzione dei Lavori l'avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazione, briglie, ecc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

ART. 36 - INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perchè le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

A) INTONACI ESEGUITI A MANO

Nella esecuzione di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato un volta sola.

B) INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITA)

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire, mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta da Kg 500 di cemento normale per m³ di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80-90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atm.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi che di volta in volta verranno stabilite, od anche la inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori. In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30 - 40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

C) APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'Impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

ART. 37 - COSTRUZIONE DEI VOLTI

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

E' data facoltà all'Imprenditore di adottare, nella forma delle armature suddette, quel sistema che stimerà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza.

Egli ne sottoporrà il progetto al Direttore dei Lavori per l'approvazione, conservando però sempre lo stesso Imprenditore l'intera responsabilità della riuscita con l'obbligo di demolire o rifare a sue spese i volti che in seguito al loro disarmo avessero a deformarsi o perdere della loro robustezza.

Ultimata l'armatura, diligentemente preparato il piano d'imposta dei volti, saranno collocate le pietre od il calcestruzzo a corsi regolari, colle connessure disposte nella direzione del raggio della curva d'intradosso, avvertendo di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva su due fianchi. Si dovranno sovraccaricare le centinature alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impegnando a tale scopo lo stesso materiale destinato per la costruzione delle volte.

I coronamenti esterni delle volte presenteranno un addentellamento che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo colla medesima, in quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di lunghezza necessari fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di murature.

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

L'Imprenditore non procederà al disarmo dei volti senza il preventivo assenso del Direttore dei Lavori.

Le centinature saranno abbassate uniformemente in tutta la larghezza ed a poco a poco, evitando soprattutto che per una parte il volto rimanga privo di appoggio mentre per un'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

Nel disarmo dei volti l'Imprenditore dovrà impiegare lavoratori intelligenti e capaci, il cui numero potrà, per le volte di grande apertura, essere stabilito dal Direttore dei Lavori.

Le prescrizioni del presente articolo, in quanto possano trovare applicazione, valgono in quanto applicabili anche per i ponti in cemento armato di qualunque genere essi siano.

ART. 38 - LASTRONI DI PIETRA PER COPERTURA DI ACQUEDOTTI E PER SOGLIE

La copertura dei tombini e piccoli acquedotti potrà, secondo i casi, essere fatta con lastroni di pietra grossolanamente abbozzati e collocati in modo da combaciare fra loro il più esattamente

possibile. I lastroni da collocarsi alle due fronti degli acquedotti e quelli per le soglie di stramazzo saranno sulle facce apparenti lavorati alla punta grossa e rifilati.

ART. 39 - COPERTINE

Le pietre da impiegarsi per le copertine saranno di natura calcarea, porfirica o granitica, dure, resistenti, non friabili ne soggette a scomporsi per l'azione degli agenti atmosferici e lunghe non meno di 80 cm. Le facce viste saranno lavorate alla punta e cesellate nei contorni.

Le copertine verranno messe in opera con malta cementizia a richiesta della Direzione dei Lavori e avranno una smussatura di 7 x 7 cm oppure di 10 x 10 cm a seconda se si tratti di copertine con uno spessore di 20 oppure di 30 cm.

ART. 40 - RIVESTIMENTO A SECCO CON CIOTTOLI

I rivestimenti a secco con ciottoli o pietre di natura calcarea, porfirica o granitica per cunette, cunettoni e platee dei tombini o tomboni saranno stabiliti sopra un terreno naturalmente sodo e resistente, reso tale coll'aggiunta di un sufficiente strato di sabbia.

Le pietre ed i ciottoli, non friabili ne soggetti a scomporsi per l'azione degli agenti atmosferici, si disporranno su letto di sabbia ben serrati fra loro in senso normale alla superficie superiore, procurando di diminuirne il più che sia possibile la larghezza degli interstizi e di alternarne le connessioni che saranno riempite di sabbia.

Condotto a termine il rivestimento, se ne batterà replicatamente con pesante mazzaranga la superficie, spargendo su questa un leggero strato di materie sabbiose perché vengano otturate le cavità.

ART. 41 - COMPOSIZIONE DELLE MALTE

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927 - 78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m³ di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg. 350 di cemento per m³ di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m³ di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà finire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

ART. 42 - STRUTTURE IN ACCIAIO

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal D.M. NTC 2018 e alle norme UNI EN 10080:2005, UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

A) 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. NTC 2018.

B) 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.

C) 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. 09/01/1996 e s.m. sopraccitato, 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 purchè 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 completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

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

D) PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per 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 nel D.M. NTC 2018.

ART. 43 - APPARECCHI DI APPOGGIO

Gli apparecchi di appoggio possono essere di 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. NTC 2018 ed alle "Istruzioni per il calcolo degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni", C.N.R. - U.N.I. 10018-98

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 di 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 di appoggio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto. In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogolato sempre secondo le disposizioni di progetto.

Inoltre dovranno essere agevolati: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

ART. 44 - GIUNTI DI DILATAZIONE

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi 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.

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..

ART. 45 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI DI PONTI E VIADOTTI

1. GUAINES BITUMINOSE ARMATE CON NON TESSUTI IN POLIESTERE

1.1. MODALITÀ DI MESSA IN OPERA

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

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

L'Impresa potrà proporre alla Direzione Lavori, alla quale spetta insindacabilmente la scelta finale, il sistema di realizzazione con guaine preformate o con guaine costruite in opera.

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

Nel caso di impiego delle guaine preformate si adotteranno, a parere insindacabile della Direzione Lavori, uno dei due diversi metodi di messa in opera, usando per ognuno di essi un tipo apposito di guaina preformata (vedi anche punto 2 d).

1° Metodo di stesa - Guaina messa in opera direttamente sul primer. Si adotterà indicativamente nel caso di solette lisce regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura medie diurne dell'aria non minori di 10°C.

Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 4-5 mm, dei quali 2÷3 mm⁽¹⁾ di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto col primer, ad un massimo di 0,5 mm, sempre di massa bituminosa, al di sopra dell'armatura.

2° Metodo di stesa - Guaina messa in opera dopo una spalmata di circa 1 Kg/mq della stessa massa bituminosa che la costituisce (anche diluita con un massimo di 20% di bitume 60/70), sopra il primer d'attacco alla soletta. Si adotterà indicativamente nel caso di solette con superfici scabre o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura diurna dell'aria minore di 10°C.

Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 3-4 mm; dei quali 1-2 mm di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto con la massa spalmata in precedenza ed un massimo di 0,5 mm (come nel caso precedente), sempre di massa bituminosa, al di sopra dell'armatura.

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

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

Le caratteristiche della massa bituminosa saranno le seguenti:

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

La rispondenza a queste caratteristiche comporterà l'assegnazione di 4 punti percentuali per ognuna delle precedenti prove (M1, M2, M3) non soddisfatte.

ARMATURA

Sarà costituita da tessuto "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità, solidamente collegate tra di loro e termicamente stabilizzate.

Saranno anche ammesse guaine con armature miste, non tessuto in poliestere e rete o velo di vetro (o altro materiale non putrescibile), in questo caso però la guaina verrà penalizzata di 2 punti.

Le prove sull'armatura saranno effettuate su campioni che siano stati in precedenza tenuti in aria calda (180°C), senza tensione per 10 minuti.

Le caratteristiche dell'armatura dopo tale condizionamento saranno:

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

- non inferiore a 15 g.

Qualora i valori risultino inferiori a 15 g la guaina verrà penalizzata di 4 punti.

A2 - Peso dell'armatura. Il peso del solo non tessuto dovrà essere non inferiore ai 300 gr/mq, per utilizzazioni su impalcati lisci o resi tali con l'impiego di bocciardature o riprese con malte di resina.

¹⁰ Un mm di spessore della massa bituminosa corrisponde ad una quantità della stessa di -1 Kg/mq

Per impalcati con irregolarità superficiali superiori al centimetro sotto regolo di 1 m saranno usate armature più pesanti, fino a 450 gr/mq. L'utilizzazione di guaine di peso diverso dal minimo prescritto dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori. La presenza di non tessuti di peso inferiore ai 300 gr/mq comporterà l'eliminazione della guaina (punti 10 di penalizzazione).

Le armature dovranno inoltre avere:

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

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

GUAINA COMPLETA (PREFORMATO O COSTRUITA IN LABORATORIO)

La guaina impermeabile completa avrà le seguenti caratteristiche:

- posizione asimmetrica dell'armatura (anche quella di tipo misto) rispetto alla massa bituminosa che sarà di spessore di circa 0,5 mm nella parte superiore, a contatto con il conglomerato bituminoso, e nella parte inferiore di spessore pari a:
 - 1° Metodo stesa - 2÷3 mm, se la guaina è messa in opera direttamente sul primer (spessore complessivo guaina 4÷5 mm).
 - 2° Metodo di stesa - 1÷2 mm se la messa in opera della guaina è preceduta dopo la stesa del primer da una spalmata della stessa malta bituminosa costituente la guaina, in ragione di circa 1 Kg/mq (spessore complessivo guaina 3÷4 mm).

(In ambedue i casi lo spessore complessivo dell'impermeabilizzazione in opera sarà di 4÷5 mm).

Posizioni dell'armatura diversa da quelle prescritte porteranno all'eliminazione della guaina stessa (punti 10).

- G1 - Prova di piegatura a 5°C (eseguita dopo condizionamento per almeno due ore in ambiente a temperatura controllata, e nel tempo di 15 secondi dall'estrazione del campione da questo ambiente), attorno ad un tondino di acciaio Ø 10 mm, anch'esso condizionato a 5°C, fino a far combaciare i bordi, su due campioni di 10x10 cm.

La prova sarà eseguita piegando i campioni in senso longitudinale e trasversale, dalla parte col massimo ricoprimento di massa bituminosa. In quest'ultima non dovranno formarsi fessure nette. Qualora la prova risulti negativa la guaina sarà eliminata (punti 10).

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

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

- G2T- In senso trasversale: 60 Kg/8 cm
allungamento (%): maggiore del 30% e minore del 70%

Qualora non risultino soddisfatti il valore di resistenza o di allungamento o entrambi, per ciascuna delle due prove verrà applicata alla guaina una penalizzazione di 5 punti.

- G3 - Punzonamento a caldo (40°C con tempo di condizionamento di 15 minuti) su dischi liberi per un Ø di 10 cm e punzone sferico Ø 5 mm, dal lato superiore delle guaine:
velocità di avanzamento del punzone 25 mm/min;

5 punzonamenti per campione, su due campioni.

Valore finale ottenuto dalla media dei due valori a loro volta medie di 5: - non inferiore a 15 Kg.

Qualora non venga raggiunto il valore prescritto, la guaina verrà penalizzata di 8 punti.

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

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato), e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati

bituminosi, sotto una pressione di 10 g/cm², in permeametro, a 60°C, per 5 ore, anche nelle zone di giunto.

1.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E PROVE DI ACCETTAZIONE DEGLI STESSI

Per ogni tipo di guaina da impiegare dovranno essere forniti da parte dell'Appaltatore:

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

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

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

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

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

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

PRIMER

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

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

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

La quantità di primer messo in opera sarà compresa tra 350 e 500 gr/m². L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 2 Kg/cm², misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione), e velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 20°C (= 5°C).

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

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

MASSA BITUMINOSA

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

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

2. MEMBRANE ELASTICHE CONTINUE IN MATERIALE SINTETICO

2.1. MODALITÀ DI FABBRICAZIONE IN OPERA

Con il trattamento di impermeabilizzazione deve essere realizzata una membrana continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella verticale interna ed in orizzontale con un rivolto di cm. 5 sul paramento verticale esterno del cordolo. Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite, così da garantire una perfetta adesione al supporto in calcestruzzo esistente.

La membrana sarà costituita da materiali denominati ciclo B1 per le zone che rimangono coperte dalla pavimentazione e ciclo B che si sovrapporrà in parte al terminale del ciclo B1 e proteggerà tutte le zone dell'impalcato non coperte dalla pavimentazione.

I cicli di impermeabilizzazione B e B1 dovranno essere costituiti da un formulato poliuretanico bicomponente, senza solvente con poliisocianato in quantità almeno pari al 44% in peso sul residuo secco ad alto spessore in grado di garantire un' elevata protezione all'azione delle acque meteoriche, degli agenti aggressivi solidi e dei raggi U.V..

I cicli B E B1 di impermeabilizzazione dovranno essere compatibili con supporti umidi, quindi dovrà essere utilizzato un primer bicomponente senza solvente di natura poliuretanica, reagente in presenza di umidità al fine di garantire una perfetta compatibilità e adesione al supporto.

La superficie del cls da trattare dovrà risultare priva di prodotti disarmanti, materiali incoerenti (residui di boiacca), ferri di armatura emergenti e qualsiasi altro residuo di pavimentazione e/o impermeabilizzazione preesistente; a questo fine la superficie da impermeabilizzare dovrà a discrezione della D.L. ed in funzione dello stato del supporto e del microclima interessare la struttura, essere trattata con interventi preparatori, per l'eliminazione di tutte le parti aventi una scarsa coesione ed aderenza in presenza di cls stagionati e per l'apertura dei pori superficiali ed eliminazione del disarmante.

Sui calcestruzzi di nuova posa in opera potranno essere richiesti trattamenti di bocciaratura, sabbatura, idroscarifica, per ognuno dei quali è previsto un apposito prezzo specifico.

Nel caso risultassero presenti sulla superficie del supporto preparato con le tecniche sopra esposte, delle degradazioni localizzate (vespai, lesioni, ecc.) o ferri di armatura scoperti o terminali di cavi di precompressione, nonché riprese di getto, discontinuità e fessure al raccordo impalcato cordolo ecc., si dovrà provvedere alla protezione di tali punti singolari mediante paste epossidiche bicomponenti senza solvente.

Nel caso risultassero presenti dopo la fase di pulitura zone degradate per spessori superiori ai 3 cm. di profondità, a discrezione della D.L. potranno essere richiesti ripristini con malte a ritiro compensato sintetiche e cementizie.

In caso di avvallamenti eccezionali potrà essere richiesto dalla D.L. un foro di scarico nel punto di massima profondità, costituito da un tubo di plastica P.V.C. del diametro di 5 mm. fuoriuscente per 10 cm. dall'intradosso della soletta, sigillato, con lo stucco alla medesima, purché la sua localizzazione non sia tale da provocare stillicidi sulle travi sottostanti.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana con pulizia, uso di primer e quant'altro occorra per dare una perfetta continuità impermeabile ed aderente alla zona di ripresa.

La mano di aggancio per i successivi trattamenti bituminosi dovrà essere costituita da un apposito primer di natura poliuretanica bicomponente modificato ed additivato con catrami selezionati, privo di solventi al fine di favorire l'adesione tra manto impermeabile e i sovrastanti strati bituminosi.

2.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

STUCCO EPOSSIDICO: sarà costituito da una resina sintetica bicomponente senza solvente, con catalizzatore poliammidico, viscosità tixotropica e un assorbimento d'acqua maggiore al 2%.

PRIMER PER MEMBRANA IMPERMEABILE: avrà composizione bicomponente poliuretanica senza solventi e compatibile con fondi umidi, massa volumica pari a 1.16 gr/cm³, viscosità di 2400 c.p e sarà steso con un consumo non inferiore a 300 gr/m².

MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE CICLO "B" E "B1": sarà costituita da un elastometro poliuretanico senza solventi, plastificanti, inerti di carica e materiali bituminosi, con poliisocianato almeno pari al 44% in peso sul residuo secco.

CICLO "B": Pur mantenendo inalterate le caratteristiche tecniche e meccaniche di base il rivestimento dovrà possedere tempi di catalisi differenziati. La membrana risulterà essere composta dallo stesso prodotto steso in due strati posti bagnato su bagnato caratterizzati da tempi di reazione così distinti:

–primo strato con tempo di reazione inferiore a 15/20 secondi con lo scopo di formare una membrana impermeabile continua dello spessore non inferiore a 2 mm.. Una così rapida catalisi non dovrà consentire l'accidentale inglobamento di inerti destinati allo strato di irruvidimento superiore.

–secondo strato con tempo di reazione di 7/8 minuti per uno spessore non inferiore a 0.7 mm. tale da permettere la posa dell'inerte calcareo con una penetrazione controllata non superiore al 50% della granulometria massima dell'inerte.

CICLO "B1": la membrana costituente il ciclo "B" dovrà essere costituita dalla sola formulazione a reattività accelerata inferiore a 15/20 secondi, per uno spessore non inferiore a 2.5 mm.

Le caratteristiche tecniche possono essere così riassunte:

–densità:	0.9 - 1.05 gr/cm ³	DIN 53479
-----------	-------------------------------	-----------

–residuo secco:	100%	
–allungamento a rottura:	400%	DIN 53504
–carico di rottura:	16.5 - 10 MPa	DIN 53504
–durezza SHORE A:	83/- 70/	DIN 53505
–resa elastica:	45%	DIN 53512
–abrasione:	130 mg	DIN 53516
–adesione:	20 kg/cm ²	
–resistenza UV:	stabilizzato	
–resistenza alla lacerazione:	16 - 14 kN/m	DIN 53515
–perdita all'abrasione:	102 - 160 mm ³	DIN 53516

MANO DI AGGANCIO: dovrà essere costituita da un apposito primer di natura poliuretanica, bicomponente, modificato con catrami selezionati privo di solventi atti a garantire l'adesione dei sovrastanti strati bituminosi. Il consumo non dovrà essere inferiore a 250 gr/m².

STRATO DI IRRUVIMENTO: dovrà essere costituito da graniglia di natura silicea con granulometria 115 essicato e confezionato in sacchi cosparsi in una quantità non inferiore a 1.00 Kg/m².

MANO DI ATTACCO: dovrà essere costituita da bitume modificato con elastometri S.B.R. avente le seguenti caratteristiche:

–penetrazione a 25° C:	60.0 dmm
–punto di rammollimento:	75.0° C
–punto di rottura FRAAS:	-30° C

Il prodotto dovrà essere applicato con un apposita cisterna automatica munita di riscaldamento autonomo e adeguata barra di spruzzatura idonea alla stesa della impermeabilizzazione con la quantità richiesta.

D) MASSICCIATA O STRATO DI BASE

ART. 46 - MASSICCIATA O STRATO DI BASE: MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA

MASSICCIATA

E' costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio UNI 0.4.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro a fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso un'indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione definito dall'allegato relativo alle "Sezioni Tipo" potrà essere variato dalla D.L in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore superiore a cm. 20 e non inferiore a cm. 10.

Il materiale posto in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, ne forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE % in totale di peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75-100
Crivello 25	60-87
Crivello 10	35-67
Crivello 5	25-55
Setaccio 2	15-40
Setaccio 0.4	7-22
Setaccio 0.075	2-10

- rapporto tra il passante al setaccio 0.075 ed il passante al setaccio 0.4 inferiore a $\frac{2}{3}$;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

Il valore del modulo di compressibilità M_e , misurato con il metodo di cui all'art. 43 ma nell'intervallo compreso fra 0.15 e 0.25 N/mm², non dovrà mai essere inferiore a 80 N/mm² e comunque per strade con traffico di "tipo A" non dovrà mai essere inferiore a 100 N/mm² (vedi tab. A).

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 cilindatura 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 pie' 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.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindature 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 cilindature in genere debbono 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 (vedi tab. A).

Tutte le operazioni per la realizzazione della massicciata devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da non danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque un eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 3 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

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

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

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 80 passate*.

* Le cilindature di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindratura a fondo; per le massicciate da proteggere con rivestimenti per i quali non si richieda o non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura o catramatura in superficie per favorire l'aderenza in quanto questa aderenza può egualmente ottenersi senza tale trattamento preliminare (come, per esempio, per i rivestimenti superficiali a base di polveri asfaltiche); ed infine, in generale, dove lo strato di pietrisco cilindrato serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazioni di

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

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai cm 12), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al di sopra della zona suddetta di cm 12, dovranno eseguirsi totalmente a secco;

b) Il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

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

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

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

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

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

STRATO DI BASE STRADALE

Lo strato di base stradale può sostituire in alternativa parte della massicciata stradale.

E' costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo, (secondo le definizioni riportate nell'art.1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953) normalmente dello spessore di 15 cm., impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati e metallici. Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Materiali inerti :

pavimentazioni di altri tipi (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindrata.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953; tali inerti dovranno essere costituiti da materiale misto di cava con granulometria assortita proveniente da cave ritenute idonee dalla Direzione Lavori.

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

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%. In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Legante :

Il bitume impiegato sarà di norma del tipo a penetrazione 80-100 salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori e dovrà soddisfare le caratteristiche indicate nel successivo art. 43;

Miscela :

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso: Serie crivelli e setacci U.N.I.

Passante: % totale in peso

Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0,4	6 - 20
Setaccio 0,18	4 - 14
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume riferito al peso totale secco degli aggregati dovrà essere del 4% ; è tollerata una variazione della suddetta quantità del più o meno 10% (da cui la percentuale ammessa dovrà essere compresa tra 3.6% e 4.4%).

Su richiesta della direzione Lavori, prima dell'inizio del lavoro, entro i limiti sopraindicati, la formula di composizione degli impasti da adottarsi per ogni tipo e lavoro dovrà essere preventivamente comunicata dall'Impresa ed approvata dalla Direzione Lavori stessa.

Nel caso di impiego di aggregato litoide di natura silicea, in qualsiasi percentuale, sarà d'obbligo l'impiego di speciali sostanze attivanti la completa e duratura adesione del bitume all'aggregato, ("Dopes" di adesività), senza alcun aggravio di prezzo.

- il valore della stabilità Marshall dovrà risultare non inferiore a 600 Kg e lo scorrimento Marshall dovrà essere compreso tra 2 e 5 mm;
- la percentuale dei vuoti nella pavimentazione in opera a costipamento ultimato dovrà essere compresa tra il 4 e il 10%;

Per quanto riguarda preparazione dei conglomerati, posa in opera, misure, verifiche e prove di laboratorio e detrazioni si rimanda ai relativi articoli di Capitolato successivi.

I limiti oltre i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile sono i seguenti :

- percentuale di bitume minima 2.7% e massima del 5.3%;
- analisi granulometrica :
 1. la differenza misurata su ogni singolo setaccio non dovrà essere superiore a 20 punti percentuale;
 2. il totale della differenza di percentuale riscontrata sui singoli setacci non dovrà essere superiore a 40 punti percentuale;

- percentuale dei vuoti residui a costipamento ultimato non superiore al 13%
- stabilità Marshall non inferiore a 400Kg
- scorrimento Marshall non superiore a 8 mm
- prova Los Angeles limite massimo del 28%

Per quanto riguarda la posa in opera si precisa inoltre quanto 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.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati negli articoli relativi alle fondazioni stradali e negli elaborati progettuali.

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

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

E) CONGLOMERATI BITUMINOSI

Per quanto riguarda le norme e le tecniche che regolano il confezionamento e la posa in opera di conglomerati bituminosi, si rimanda agli allegati alla Delibera di Giunta 23.01.2009 n° 50 e s.m., parte integrante al presente documento, anche se non materialmente allegati.

ART. 46 bis – STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO TRASPARENTE (ALBINO)

Le caratteristiche tecniche dei componenti lo strato di usura in conglomerato trasparente (albino) dovranno essere equivalenti a quelle del prodotto specificate nel seguito.

1 CONGLOMERATO TRASPARENTE ECOPAV

Il presente articolo ha per oggetto la realizzazione dello strato di usura in conglomerato "ECOPAV" realizzato con legante EVI_{ZERO}, di colore NEUTRO a basso impatto visivo, a base poliolefinica.

Le Specifiche Tecniche di seguito riportate per il conglomerato trasparente rappresentano dei suggerimenti per un corretto utilizzo del prodotto. E' fondamentale eseguire uno specifico studio della miscela a seconda della natura petrografica dell'aggregato, del colore e dell'assortimento granulometrico del materiale disponibili.

1.1 MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

1.1.1 Il legante

Il prodotto EVIzero è un legante di colore NEUTRO a basso impatto visivo, a base poliolefinica per la realizzazione di strade in contesti sia urbani sia naturali, costituito da una miscela di polimeri e sottoprodotti di scarto dell'industria. Le caratteristiche del legante sono riportate in Tabella 1:

Requisito	Metodo	u.m.	Range
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	25/55
Punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	>75
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN1427	mPa*s	>700
<i>Variazione delle proprietà dopo Invecchiamento a breve termine (UNI EN 12607-1)</i>			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	>60
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	<3
Variazione di massa	UNI AN 12607-1	%	<4

Tabella 1. Caratteristiche del legante

1.1.2 Gli aggregati

Dovranno essere esclusivamente di primo impiego e risulteranno composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere

proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'aggregato grosso (frazione granulometrica trattenuta al setaccio da 2 mm e passante al setaccio da 45 mm) deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee di provenienza o natura petrografica diversa purché risultino soddisfatti, per ogni classe granulometrica utilizzata nella formulazione della miscela, i requisiti indicati in Tabella 2:

Requisito	Metodo	u.m.	Classe
Dimensioni dell'aggregato	UNI EN 933-1	mm	d/D dichiarata*
Granulometria	UNI EN 933-1	%	G _c dichiarata*
Massa volumica delle particelle	UNI EN 1097-6	Mg/m ³	ρ_{sac} ρ_a ρ_{tc} dichiarata*
Percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	%	C _{100/0}
Forma dell'aggregato grosso – Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	-	SI ₁₅
Forma dell'aggregato grosso – Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	-	FI ₁₀
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	-	LA ₂₅
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-8	-	PSV ₄₂
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1		M _{DE} 15
Resistenza allo shock termico	UNI EN 1367-5	-	V _{1,4} dichiarata*
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	F ₁
Composizione chimica	UNI EN 932-3	-	dichiarata*
Affinità degli aggregati grossi ai leganti bituminosi*	UNI EN 12697-11	%	≥ 90

*Prova da eseguirsi sulle miscele aggregati-legante trasparente

Tabella 2. Caratteristiche dell'aggregato grosso

L'aggregato fine (frazione granulometrica trattenuta al setaccio da 0.063 mm e passante al setaccio da 2 mm) sarà costituito da elementi naturali e di

frantumazione, con caratteristiche riassunte in tabella:

Requisito	Metodo	u.m.	Classe
Dimensioni dell'aggregato	UNI EN 933-1	mm	d/D dichiarata*
Granulometria	UNI EN 933-1	%	G_f dichiarata*
Massa volumica delle particelle	UNI EN 1097-6	Mg/m ³	ρ_{sai} ρ_a ρ_{rel} dichiarata*
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	g/kg	MB_F dichiarata*
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70
Composizione chimica	UNI EN 932-3	-	dichiarata*

Tabella 3. Caratteristiche dell'aggregato fine

Il filler (frazione granulometrica passante al setaccio 0,063 mm) proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

Requisito	Metodo	u.m.	Classe
Granulometria	UNI EN 933-10	%	dichiarata*
Prova Blaine	UNI EN 196-6	cm ² /g	dichiarata*
Massa volumica delle particelle	UNI EN 1097-7	Mg/m ³	dichiarata*
Porosità del filler compattato secco	UNI EN 1097-4	%	$V_{25/40}$
Anello e Palla dell'aggregato filler per miscele bituminose	UNI EN 13179-1	°C	$A_{R\&B}$ 8/16
Numero di bitume del filler addizionato	UNI EN 13179-2	%	dichiarata*
Solubilità in acqua	UNI EN 1774-1	%	WS_{10}
Reattività all'acqua	UNI EN 1774-4	%	dichiarata*
Fini nocivi	UNI EN 933-9	g/kg	MB_F dichiarata*

Tabella 4. Caratteristiche del filler

* Il simbolo riportato nelle tabelle indica la categoria dei requisiti per i quali non si prescrive un particolare valore, rimandando così ad una accettazione di quanto dichiarato dal produttore. Tale dichiarazione del produttore potrà, pur non

essendo oggetto di prescrizione progettuale, essere verificata dalla Direzione Lavori al fine di evidenziarne eventuali difformità tra quanto riscontrato in fase di qualifica e controllo in fase esecutiva e quanto dichiarato in qualifica.

1.1.3 La miscela

Il conglomerato ECOPAV con legante EVIzero (colore NEUTRO a basso impatto visivo, a base poliolefinica), dovrà avere le composizioni granulometriche riportata di seguito (UNI EN 12697-2), definite utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2.

In particolare, il Tappeto "tipo A" dovrà essere considerato idoneo per pavimentazioni stradali carrabili destinate a traffico veicolare leggero, il Tappeto "Tipo B" dovrà essere considerato idoneo per pavimentazioni non carrabili e/o destinate a piste ciclabili:

Setaccio (mm)	Tappeto tipo A (%)	Tappeto Tipo B (%)
16	100	-
12.5	90-100	100
8	70-88	90-100
4	40-58	44-64
2	25-38	28-42
0.5	10-20	9-20
0.25	8-16	5-15
0.063	6-10	3-8

Tabella 5. Fuso granulometrico del conglomerato trasparente ECOPAV

Requisito	Metodo	u.m.	Carrabile Traffico leggero	Non carrabile Pista Ciclabile
			Classe	Classe
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	min 140 max 160	min 140 max 160
Contenuto di legante solubile	UNI EN 12697-1	%	B _{min} 5.5	B _{min} 5.4
Contenuto di vuoti residui ¹	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6 procedimento C	%	V _{min} 3.0 V _{max} 6.0	V _{min} 3.0 V _{max} 6.0
Contenuto di vuoti residui ²	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6 procedimento C	%	V _{min} 2.0	V _{min} 2.0
Sensibilità all'acqua ³	UNI EN 12697-12	%	ITSR ₈₀	ITSR ₈₀

Prova Marshall ⁴	UNI EN 12697-34	kN mm kN/mm	S_{min10} F dichiarato* Q_{min} dichiarato*	$S_{min7.5}$ F dichiarato* Q_{min} dichiarato*
Rigidezza (IT-CY a 20°C) ¹	UNI EN 12697-26	MPa	$S_{min2000}$	$S_{min2200}$
Resistenza a trazione indiretta ¹	UNI EN 12697-23	GPa* 10^{-3}	ITS _{min} 0,80 ITS _{max} 1,95	ITS _{min} 0,80 ITS _{max} 1,95
Resistenza alla deformazione permanente (a 60°C) ⁵	UNI EN 12697-22	%	PR _{DMR5,0}	PR _{DMR3,0}

Tabella 6. Caratteristiche del Conglomerato trasparente ECOPAV

1- il requisito dovrà essere determinato su campioni di conglomerato trasparente compattati in laboratorio in accordo con la UNI EN 12697-31 (120 giri con fustella ϕ 150);

2- il requisito dovrà essere determinato su campioni di conglomerato trasparente compattati in laboratorio in accordo con la UNI EN 12697-31 (210 giri con fustella ϕ 150);

3- il requisito dovrà essere determinato su campioni di conglomerato trasparente compattati in laboratorio in accordo con la UNI EN 12697-31 (40 giri con fustella ϕ 150);

4- il requisito dovrà essere determinato su campioni di conglomerato trasparente compattati in laboratorio in accordo con la UNI EN 12697-30 (2x75 colpi);

5- il requisito dovrà essere determinato su campioni di conglomerato trasparente compattati in laboratorio in accordo con la UNI EN 12697-33 ricostituendo il medesimo grado di addensamento ottenuto su campioni compattati con pressa giratoria a 120 giri con fustella ϕ 150.

Lo strato finito di conglomerato trasparente ECOPAV dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

Requisito	Metodo	u.m.	Carrabile Traffico leggero	Non carrabile Pista Ciclabile
			Valore	Valore
Contenuto di vuoti residui ⁶	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6 procedimento C	%	max 6%	max 8%
Spessore ⁷	UNI EN 12697-36	mm	4cm	3cm

Tabella 7. Requisiti meccanici e fisici per lo strato di conglomerato trasparente ECOPAV

6- il requisito dovrà essere determinato su campioni di conglomerato trasparente in opera, ovvero prelevati mediante operazioni di carotaggio in accordo con la UNI EN 12697-27;

7- il requisito dovrà essere determinato nel caso di superfici di intervento limitate in termini di estensione.

1.2 CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato trasparente ECOPAV per la realizzazione dello strato di tappeto dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti dovrà preventivamente e convenientemente essere sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione e miscele rispondenti a quelle indicate nell'allegato ZA - UNI EN 13108.

Il tempo di miscelazione dovrà essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

1.3 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI STESA

Prima della realizzazione dello strato in conglomerato ECOPAV con legante EVIzero (colore NEUTRO a basso impatto visivo, a base poliolefinica), sarà necessario preparare la superficie di stesa con opportuna mano di attacco e posata con sistemi automatici. Per mano d'attacco si intende una strato di interconnessione in emulsione bituminosa cationica avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi all'interfaccia di strati in conglomerato sovrapposti. Il dosaggio dell'emulsione bituminosa sarà tale per cui il bitume residuo risulti pari ad 0.5Kg/m^2 .

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa cationica sono riportate in Tabella 8 e classificate ai sensi della UNI EN 13808 (Bitumi e leganti bituminosi – Quadro sulle specifiche per emulsioni cationiche bituminose):

Requisito	Metodo	u.m.	Classe
Polarità delle particelle	UNI EN 1430	-	Positiva
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	(Classe 4) 70-130
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	%	(Classe 7) 65-69
Contenuto di legante recuperato per distillazione	UNI EN 1431	%	(Classe 7) ≥ 65
Contenuto di olio distillato	UNI EN 1431	%	(Classe 2) ≤ 2
Tempo di efflusso 40°C – 2mm	UNI EN 12846	s	(Classe 5) 70-130
Residuo al setaccio 0.5mm	UNI EN 1429	%	(Classe 3) ≤ 0.2
Residuo al setaccio 0.16mm	UNI EN 1429	%	(Classe 3) ≤ 0.5
Tendenza alla sedimentazione (7gg di stoccaggio)	UNI EN 12847	%	(Classe 3) ≤ 10
Residuo al setaccio 0.5mm (7gg di stoccaggio)	UNI EN 1429	%	(Classe 4) ≤ 0.5
Adesività	UNI EN 13614	%	(Classe 2) ≥ 75
Caratteristiche del legante recuperato			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	(Classe 3) ≤ 100
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	(Classe 2) ≥ 55
Energia di coesione (Pendulum Test)	UNI EN 13588	J/cm ²	(Classe 4) ≥ 1
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	(Classe 4) ≥ 50

Tabella 8. Caratteristiche dell'emulsione per mano d'attacco

1.4 POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La posa in opera del conglomerato trasparente ECOPAV per la realizzazione dello strato di Tappeto per pavimentazione stradale e/o per piste ciclabili dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato,

privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Tutti i giunti di accostamento dovranno essere realizzati previo taglio verticale ed asportazione della parte terminale di azzeramento o laterale di stesa (quest'ultima solo quando le strisciate di accostamento vengono realizzate in tempi differenti) onde poter procedere all'accostamento delle superfici di nuova realizzazione.

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

La temperatura del conglomerato trasparente all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati sarà sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi saranno immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.

La compattazione del conglomerato trasparente ECOPAV inizierà appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Si dovranno utilizzare rulli tandem a ruote metalliche di peso non inferiore a 8 tonnellate.

Si dovrà aver 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.

F) LAVORI DIVERSI

ART. 47 - PROTEZIONE DELLE SCARPATE

1. SCARPATE IN ROCCIA

Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentano in roccia friabile con piani di deposito e quindi di sfaldamento, fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica, debitamente ancorata.

La rete metallica sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia alla sommità mediante ancoraggi ogni 2 ml costituiti da barre in acciaio Feb44K del diametro di 16 mm minomo infissi nella roccia inghisati con boiaccia di cemento tipo 325 in fori eseguiti a rotopercussione del diametro adeguato al tipo di barra (\varnothing 24 per il diametro 16 mm ecc.); gli ancoraggi saranno muniti di gancio o di apposito golfare passacavo in cui verrà fatta passare una fune in trefoli d'acciaio del diametro di 12 mm a cui verrà fissata la rete stesa sulla scapata con filo metallico zincato diametro 3 mm ogni 20 cm. La rete verrà fissata anche al piede con la stessa metodologia di cui sopra e, a richiesta della D.L., anche a intervalli non superiori ai 5 ml per grandi altezze di parete ma con funi metalliche trasversali dal diametro di 8 mm. L'Impresa avrà la massima cura di allestire i fori e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente compatti, evitando nel modo più assoluto di allestirli in corrispondenza delle fessure e dove la roccia si presenti deteriorata o facilmente friabile.

Prima della stesa della rete dovrà essere eseguito, compreso nel prezzo dell'opera, il taglio delle piante e ceppaie interessante dai lavori nonché la pulizia della parete rocciosa e l'allontanamento dei materiali di risulta portandoli a discarica. La rete dovrà essere posizionata il più possibile l'aderenza alla roccia evitando la formazione di sacche nella posa della stessa. La rete metallica dal tipo indicato nell'Elenco, dovrà essere zincata conforme a quanto previsto dalla circolare del Consiglio Superiore del D.M. dei L.L.P.P. n. 2078 di data 27 agosto 1962.

2. SCARPATE IN TERRA

Analogamente a quanto previsto nel paragrafo A) può essere richiesta dalla D.L. la posa di simile rete su scarpate in terra; si seguirà quanto specificato sopra con la sola differenza che gli ancoraggi eseguiti ogni 2 ml della fune trasversale siano realizzati mediante l'infissione di picchetti in acciaio Feb44k del diametro di mm 16 della lunghezza minima di ml 1,00 in terra e massimo di ml 2,00 con la testa piegata ad "L" per almeno 15 cm in modo da fissare la fune trasversale e la rete stessa.

3. RETI RINFORZATE

A richiesta della D.L. su pareti rocciose particolarmente degradate può essere prevista la posa della rete di cui sopra ma anziché fissata con funi trasversali se n'è predisporrà la "rinforzatura" con funi metalliche in trefoli d'acciaio del diametro mm 12 sul perimetro e intrecciata sul muro da formare una maglia regolare e ancorate alla roccia ogni 2 ml in orizzontale e 4 ml in verticale. Gli ancoraggi andranno eseguiti con basse Feb44k del diametro 20 mm della lunghezza ml 1,50 sul perimetro e della lunghezza ml 1, 000 all'interno e comunque secondo quanto specificato dalla relativa voce di Elenco.

ART. 48 - CONSOLIDAMENTO DI SCARPATE MEDIANTE L'IMPIEGO DI MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988) e.s.m..

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dal basso verso l'alto della scarpata.

Si dovrà procedere innanzitutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni le cui alzate non saranno perfettamente verticali, ma inclinate, rispetto alla verticale, di un angolo il cui valore verrà stabilito tratto a tratto dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo. I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede delle pareti subverticali, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche. Eseguito il gradonamento come

sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine infisse nella roccia e iniettate con boiacca di cemento e poste ad interesse non superiore a cm 50 o con quanto previsto dalla relativa voce dell'Elenco.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio, firmato da tecnico abilitato, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm 3.

Durante la stesa della rete metallica, l'Impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione, a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo la disposizione che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali, si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni, mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a 10 cm, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Impresa avrà l'obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che, non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

Eventuali venute d'acqua andranno captate per mezzo di tubi in p.v.c. idonei a giudizio della D.L. per quantità e diametro e posizionati prima della spruzzatura del calcestruzzo stesso.

ART. 49 - CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE

Per il consolidamento dei terreni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 s.m..

Tali consolidamenti, qualora ordinati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere attuati sia all'aperto sia in sotterraneo in zone che, per la loro particolare morfologia, natura e stato idrogeologico, richiedono iniezioni di determinate sostanze coesive allo scopo di conferire, alle masse interessate da lavorazioni di particolari opere, il necessario grado di stabilità.

In linea generale tali consolidamenti potranno essere effettuati mediante iniezioni di miscela acqua-cemento oppure acqua-cemento-bentonite; ovvero mediante iniezioni di sostanze chimiche, che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori, dopo accurate prove di laboratorio, tenuto conto della granulometria, permeabilità natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.

I componenti della miscela chimica da iniettare, la loro reciproca proporzione, nonché il sistema da attuare e le modalità da seguire per l'esecuzione delle iniezioni di consolidamento, saranno stabiliti caso per caso tenuto conto di tutti i fattori che possono influire sulla scelta delle attrezzature da impiegare e sul numero delle iniezioni da praticare.

ART. 50 - DRENAGGI

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 11 marzo 1988 e s.m..

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. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell'art. "Qualità e provenienza dei materiali" punto y).

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/m². 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. 51 - GABBIONATE

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni della Circolare n. 2078 del 27 agosto 1962 e s.m. del Consiglio Superiore dei LL.PP.; saranno di forma prismatica o cilindrica, e costituita da maglie esagonali a doppia torsione. Le dimensioni del filo delle maglie e dei tiranti, il peso e le capacità dei gabbioni verranno precisati, volta a volta, dalla Direzione dei Lavori. I fili metallici delle maglie, quelli per le cuciture ed i tiranti avranno zincatura forte, in ragione di 260-300 gr per ogni m² di superficie zincata e dovranno corrispondere alle Norme di cui alla Circolare summenzionata. Le prove sui materiali dei gabbioni e sulla zincatura saranno eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme stabilite dalla Circolare sopra citata.

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

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

ART. 52 - SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE DALLE EROSIONI DELLE ACQUE

Per difendere dalle erosioni provocate dalle acque i tratti del corpo stradale scorrenti lungo zone golenali dei corsi d'acqua od in fregio a questi, potranno essere costruite scogliere costituite da massi naturali oppure da massi artificiali.

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

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

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

- a) pietrame in scapoli del peso singolo compreso fra Kg 5 e Kg 50 per l'intasamento delle scogliere;
- b) massi naturali di 1^a categoria del peso singolo compreso fra Kg 51 e Kg 1000;
- c) massi naturali di 2^a categoria del peso singolo compreso fra Kg 1001 e Kg 3000;
- d) massi naturali di 3^a categoria del peso singolo compreso fra Kg 3001 e Kg 7000.

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

Se la costruzione della scogliera deve essere eseguita con massi artificiali, questi devono essere formati sul posto d'impiego ogni qualvolta ciò sia possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro.

I massi artificiali devono essere di calcestruzzo cementizio, della classe stabilita nell'Elenco Nella formazione dei massi si potrà ammettere che venga impiegato pietrame a ciottoli spaccati, purchè in proporzione non maggiore di un quinto del volume del masso stesso, e purchè i singoli pezzi risultino ben distribuiti nella massa del calcestruzzo, non si trovino mai a contatto fra loro e siano addentrati, rispetto alle superfici esterne dei massi, di almeno 10 cm.

I ciottoli ed il pietrame devono essere ben puliti dalle sostanze terrose ed eterogenee che eventualmente il ricoprivano ed, ove occorra, lavati a grande acqua; quelli non suscettibili di perfetta pulitura saranno rifiutati.

La confezione dei massi deve essere attuata secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo cementizio; i massi confezionati fuori opera non debbono essere portati al posto d'impiego se non dopo adeguata stagionatura e dopo aver acquistato il grado di resistenza necessario per non subire danneggiamenti durante le operazioni di carico, scarico e collocamento in opera.

ART. 53 – MURI CELLULARI A RETICOLO SPAZIALE

1. SISTEMA COSTRUTTIVO

I muri cellulari a reticolo spaziale sono costituiti da una griglia tridimensionale di elementi prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, che, incastrati o comunque collegati fra di loro, realizzano un'intelaiatura avente larghe superfici aperte, atta però a contenere materiale di riempimento a matrice terrosa di modo che la struttura prefabbricata, a regime, possa restare pressoché totalmente immersa all'interno dell'inverdimento del proprio paramento frontale.

2. CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI

Gli elementi prefabbricati costituenti il muro devono essere modulari e vincolabili, atti a qualsivoglia configurazione planimetrica, comprese le curvilinee.

Devono in particolare possedere le seguenti caratteristiche, opportunamente certificate dall'Appaltatore:

- avere adeguata armatura metallica utilizzando acciaio e rete elettrosaldata del tipo Feb44k, nel rispetto delle norme tecniche costruttive relative alle opere in calcestruzzo armato di cui alla L. 1086/1971 e successivi D.M. esplicativi e di aggiornamento;
- rispondere ai criteri di conformità della norma UNI 9858;
- avere una resistenza caratteristica $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ a 28 gg;
- presentare, al confezionamento, un rapporto acqua/cemento pari a 0.35;
- essere prodotti a sforno immediato, con vibrazione a 6000 giri.

Gli elementi costituenti le parti frontali esterne dei manufatti devono essere sagomati a fioriera, avente parte aggettante curvilinea e l'estradosso opportunamente sagomato con incavi e rilievi, in modo da garantire l'assoluta impossibilità di fuoriuscita del materiale di riempimento per dilavamento e garantire nel contempo la minimizzazione della presenza di calcestruzzo prefabbricato in facciata e la massimizzazione dell'accoglienza delle essenze arbustive e/o erbacee.

Se richiesta dalla Direzione Lavori gli elementi prefabbricati potranno presentare colorazioni a seguito di pigmentazioni dell'impasto di calcestruzzo. In tal caso la colorazione dell'impasto di cemento ed aggregati avverrà utilizzando ossidi di ferro, pigmenti insolubili in acqua, resistenti agli alcali ed aventi ottima stabilità alla luce ed alle intemperie, fino ad un limite del 10% calcolato sul cemento.

3. CARATTERISTICHE INTELAIATURA

Le strutture costituenti l'intelaiatura dovranno avere conformazioni e sagome tali da essere applicate sia isolatamente sia in collegamento ed a sostegno di terrapieni, in modo da poter essere applicate senza soluzione di continuità, comunque senza effetti di sgradevole accostamento in caso di applicazioni in prossimità od in continuità tra le diverse applicazioni realizzabili. Al fine di minimizzare l'impatto ambientale il paramento esterno dell'opera finita deve presentare una percentuale di prefabbricato in vista inferiore al 50% della superficie complessiva di facciata.

4. CARATTERISTICHE MATERIALE DI RIEMPIMENTO

I contenitori andranno riempiti con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di pezzatura idonea a far sì che il materiale stesso non abbia la possibilità di fuoriuscire dalla struttura così costituita, contenente tuttavia una percentuale di fino (limo o argilla) sino ad un massimo del 15%, in modo tale da favorire la conglomerazione naturale del materiale e da consentire di creare un'adeguata riserva di umidità anche mediante scambio col terreno retrostante al fine di permettere l'attecchimento di essenze vegetali negli elementi in vista, che presentano all'esterno una vaschetta riempita di terreno agrario e sostanze complementari (concimi, idroretentori) ed impiantata poi con essenze erbacee, arbustive, rampicanti e tappezzanti.

G) ELEMENTI PREFABBRICATI

ART. 54 - CORDONATE E TOMBINI

Le cordonate colla sezione di 40 cm di altezza per 20 cm di larghezza saranno di pietre calcaree, granitiche o porfiriche, dure, resistenti, non friabili nè soggette a scomporsi per l'azione di agenti atmosferici, lunghe non meno di 60 cm. Queste ultime saranno lavorate alla punta grossa sulle facce viste e bene connesse con malta cementizia. Dopo messe in opera verranno accuratamente cigliate.

In luogo delle cordonate in pietra, potranno anche essere costruite cordonate in calcestruzzo, gettate in opera o prefabbricate: le relative caratteristiche e dimensioni saranno specificate nella relativa voce di elenco; il calcestruzzo delle cordonate sarà realizzato con sabbia lavata e cemento tipo 325 nelle proporzioni di 500 kg a mc di impasto.

I tubi per tombini saranno di forma circolare e consteranno di calcestruzzo di cemento Portland tipo 325 nelle proporzioni di 500 kg di cemento per ogni mc di sabbia accuratamente lavata.

Gli stessi dovranno essere accuratamente lavorati e, battuti col martello, dare un netto suono metallico.

I tubi dovranno venir messi in opera con cura su strato di sabbia disteso su terreno solido e dovranno venir accuratamente sigillati sui giunti con malta di puro cemento.

Dopo congiunti si avrà cura di costipare bene il terreno attorno agli stessi.

Qualora i tubi siano posizionati sotto il piano stradale o sia richiesto dalla D.L., i tubi andranno rinfiancati con calcestruzzo come previsto dal relativo Elenco.

ART. 55 - CONDOTTE PORTANTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA PER TOMBINI E PONTICELLI

Per tali manufatti, per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera d'acciaio ondulata e zincata con onda normale alla generatrice, a piastre o ad elementi incastrati, valgono le seguenti prescrizioni.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm. con tolleranza U.N.I., un carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mmq. e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 gr/mq per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, contenente fibre di amianto (tipo Trumbull 5X) e dovrà corrispondere ad un peso di Kg 1,0/mq applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

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

La Direzione dei Lavori si riserva di richiedere il certificato dell'analisi di colata della materia prima, oggetto della fornitura.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposita analisi, presso un Laboratorio Ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nella prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

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

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

1. ELEMENTI INCASTRATI PER TOMBINI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e la profondità di mm 12,7 (½ pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m (2 piedi). Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni ondulate, curvate ai raggi prescritti; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro" il bordo del diritto dell'altro elemento.

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

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

Le sezioni impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima m 1,75.

2. ELEMENTI IMBULLONATI PER TOMBINI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 100,00 e la profondità di mm 20,00. Il tipo sarà costituito da due o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti e imbullonate. Le sezioni impiegabili nel tipo ad elementi imbullonati saranno: le circolari con Ø variabile da m 0,60 a m 2,00 e le policentriche ribassate con luce minima di 0,70 e luce massima di m 2,20.

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da formare, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multipla di m 0,891.

3. PIASTRE MULTIPLE PER TOMBINI E SOTTOPASSI

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

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

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di Ø 3/4 di pollice ed appartiene alla classe 8G (norme U.N.I. 3740).

Le teste dei bulloni e di dadi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con Ø compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5½ in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50; ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Pertanto in base e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27 Kgm.

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

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

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano.

Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti potranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

ART. 56 - BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI

Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonchè lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade secondo le disposizioni che impartirà la D.L. ed a norma della circolare del Ministero LL.PP. n.2337 dell'11 luglio 1987 (pubblicata sulla G.U. n. 182 del 6 agosto 1987) e del D.M. 18.02.1993 n° 223 e s.m.

Le barriere e i parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformità pressochè costante in qualsiasi punto.

1. CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE IN ACCIAIO

La barriera sarà costituita da un serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

La posa in opera delle barriere dovrà essere realizzata secondo le specifiche dettate dalla casa costruttrice delle barriere stesse.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interesse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, su richiesta dell'Impresa e con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente $R_{ck} = 25\text{N/mm}^2$ e delle dimensioni e armature metalliche fissate dalla Direzione Lavori.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrelle copriasola) debbono impedire che per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza nelle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali e ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressochè normali all'asse stradale.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di offerta.

2. CARATTERISTICHE DEI PARAPETTI METALLICI

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti 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. NTC 2018.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. NTC 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'interesse 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 mm³ 24 sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche, dei parapetti, dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni)) dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rinfrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressochè normali all'asse stradale.

3. PROVE STATICHE SULLE BARRIERE IN ACCIAIO

Tutti i campioni, da sottoporre alle prove di seguito descritte, dovranno essere approntati secondo le modalità contenute nella circolare n. 54 del 12 gennaio 1967 della Direzione Generale dell'A.N.A.S. - Centro Sperimentale Stradale.

Dalle prove suddette dovrà risultare quanto segue:

- a) La fascia dovrà resistere in ogni sezione, sia nel tratto continuo che in corrispondenza di una giunzione fra due successivi pezzi di fascia, ad uno sforzo di trazione di 40 tonnellate.
La fascia semplicemente appoggiata, con interasse degli appoggi uguale a m 3,66 con la faccia esposta al traffico rivolta in alto e caricata al centro a mezzo di massello di legno duro piano, avente l'altezza della fascia e la larghezza di cm 10, deve presentare le seguenti frecce sotto i carichi appresso indicati:
 - freccia massima totale di cm 5 sotto carico di Kg 900;
 - freccia massima totale di cm 9 per un carico di Kg 1.300.I predetti valori dovranno essere riscontrati sia per un pezzo intero della fascia sia per due pezzi di fascia aventi un giunto al centro.
La fascia dovrà essere verificata anche con la faccia esposta al traffico rivolta in basso con le modalità di cui sopra e dovrà presentare le frecce massime precedentemente indicate, ma con carichi ridotti del 50%.
- b) Il sostegno incastrato al piede ed assoggettato ad una forza orizzontale applicata all'altezza dell'asse della fascia, dovrà presentare le seguenti frecce:
 - freccia massima totale di cm 9 con una forza di Kg 3.500 orizzontale normale all'asse della carreggiata;
 - freccia massima totale di cm 9 con una forza di Kg 2.500 orizzontale parallela all'asse della carreggiata.
- c) Il collegamento fra la fascia ed il sostegno dovrà resistere senza rompersi ad una forza di Kg 2.500 applicata in qualunque direzione.
Per il distanziatore è ammessa una deformazione massima totale di cm 4 sotto un carico di Kg 3.500 applicato alla direzione normale alla fascia.
Deformazione a carico sono rispettivamente misurati ed applicati in corrispondenza dell'asse della fascia.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di richiedere qualunque altro elemento o prova che ritenesse necessario per meglio individuare il funzionamento della barriera, nonché la facoltà di sottoporre i materiali a qualsiasi altra prova presso Laboratori Ufficiali.

Nel caso che i materiali non dessero, alle prove, i requisiti richiesti, l'Impresa sarà tenuta ad allontanare i materiali approvvigionati ed eventualmente posti in opera sostituendoli con altri aventi i requisiti fissati dalle presenti Norme Tecniche.

Nulla spetterà all'Impresa per gli oneri sostenuti al riguardo

ART. 57 - BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO "NEW JERSEY"

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno realizzate in conglomerato cementizio di adeguata composizione e resistenza, con il metodo della estrusione o in elementi prefabbricati o gettati in opera, secondo le indicazioni delle Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio, firmato da tecnico abilitato, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta.

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per la predisposizione delle zone di appoggio della barriera, per la relativa posa in opera e per ogni rifinitura.

Vale comunque quanto previsto dalla circolare del Ministero Lavori Pubblici n. 2337 di data 11 luglio 1987 e s.m. circa qualità e modalità di posa.

ART. 58 - BARRIERE ANTIRUMORE

1. PREMESSA

All'atto della consegna dei lavori l'impresa in contraddittorio con la D.L. dovrà verificare che le condizioni dei luoghi e le fonti di rumore siano conformi a quanto indicato nel progetto posto a base dell'appalto. In particolare, a richiesta della D.L., l'impresa eseguirà a sua cura e spese una misurazione fonica di controllo dei valori progettualmente indicati: l'impresa deve presentare alla D.L. la propria conferma o le proprie osservazioni (a firma di un professionista abilitato) sulla progettazione acustica esecutiva posta a base dell'appalto. L'impresa deve altresì controllare, prima dell'inizio dei lavori, il calcolo statico del pannello nel suo insieme sotto l'azione del vento; il pannello stesso dovrà essere corredato di apposita certificazione di prova di rottura a flessione rilasciata da laboratorio autorizzato. Sulla base di detta conferma la D.L. dovrà al riguardo dare per iscritto il proprio assenso all'inizio delle lavorazioni.

Tutti i materiali che costituiscono le barriere antirumore dovranno soddisfare le presenti prescrizioni tecniche.

In fase di aggiudicazione l'accettazione dei materiali sarà fatta sulla base delle certificazioni e delle dichiarazioni prodotte dall'impresa di corrispondenza ai requisiti minimi previsti nel presente Capitolato Speciale d'Appalto; resta comunque fissato che durante la fornitura i materiali verranno sottoposti ad ulteriori certificazioni presso Laboratori Ufficiali o specializzati preventivamente approvati dalla D.L.; potranno essere richiesti eventuali nuove dichiarazioni dell'impresa, al fine di controllare la costanza e la bontà della fornitura, ogni qual volta la D.L. ed il Collaudatore, a loro insindacabile giudizio, lo ritengano opportuno.

In particolare l'impresa, a fronte delle singole forniture, deve obbligatoriamente presentare le seguenti certificazioni:

- per la lamiera di alluminio
- per la zincatura della lamiera di acciaio
- per la verniciatura delle lamiere
- per la lana minerale
- l'impresa deve inoltre obbligatoriamente presentare prima dell'inizio dei lavori, apposita certificazione (rilasciata da laboratorio prove autorizzato e ufficialmente riconosciuto) attestante le caratteristiche acustiche richieste e qui di seguito specificate.

Tutte le spese inerenti le certificazioni e le dichiarazioni sopra richiamate, compreso il prelievo dei materiali, la preparazioni dei campioni, l'invio al laboratorio di prova, l'onere delle prove di laboratorio e quanto altro resosi necessario, saranno a completo carico dell'Impresa.

In ogni caso prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei e accettati dalla D.L.; l'impresa resta tuttavia totalmente responsabile della riuscita della intere opere per quanto può dipendere dai materiali stessi e/o dalla posa in opera fino al collaudo avvenuto.

Qualora la D.L. abbia rifiutato una qualsiasi provvista perché non atta all'impiego, l'impresa dovrà immediatamente sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese della stessa impresa.

L'impresa dovrà specificare preventivamente le caratteristiche dei materiali utilizzati come sigillanti e/o guarnizioni intimamente connesse con i pannelli, specie per quanto riguarda la resistenza all'invecchiamento.

2. MATERIALI COSTITUENTI LE BARRIERE ARTIFICIALI

2.1. PANNELLI: CARATTERISTICHE ACUSTICHE

FONOSOLAMENTO: i pannelli, qualunque sia il materiale di costruzione, devono essere certificati, per quanto riguarda il loro potere fonoisolante. Tale certificazione deve essere eseguita secondo le normative ISO/R 354/85 e successivi aggiornamenti; i valori dei coefficienti di assorbimento α_s alle varie frequenze sono:

100 Hz	α_s	>	0.55
125 Hz	α_s	>	0.70
250 Hz	α_s	>	0.80
500 Hz	α_s	>	0.94
1000 Hz	α_s	>	0.94
2000 Hz	α_s	>	0.85
4000 Hz	α_s	>	0.80

L'indice di isolamento I , valutato secondo alla norma ISO 717/1-82, deve essere superiore o uguale a 35 dB (A).

Le certificazioni sopra citate non vengono richieste per i pannelli il cui peso (massa superficiale), sia superiore a 100 kg/mq; tali certificazioni vengono sostituite da una relazione tecnica attestante le caratteristiche fonoisolanti del manufatto.

FONOASSORBIMENTO: per i pannelli deve essere certificata la misura del coefficiente di assorbimento acustico α (metodo della camera riverberante), per le frequenze comprese tra 100 e 5000 Hz, in terzi di bande d'ottava, secondo la normativa ISO/R 354 1985 e successivi aggiornamenti; in alternativa viene accettata una certificazione dei coefficienti di assorbimento α redatta secondo norme DIN 52212; in questo caso, però, qualora la Direzione Lavori manifesti delle riserve sui risultati delle prove, le stesse dovranno essere ripetute in Italia, secondo le modalità descritte.

Nella prova i pannelli fonoassorbenti devono essere appoggiati alla parete o al pavimento della camera riverberante, senza lasciare spazio tra pannello e pavimento; i pannelli saranno chiusi sul perimetro con telaio in legno verniciato di spessore 30 mm; le linee di giunzione fra telaio e pavimento e tra pannelli e telaio saranno opportunamente sigillate.

I pannelli vengono suddivisi nelle seguenti categorie a seconda delle specifiche richieste del progetto (riferimento alle norme tedesche ZTV-LSW 88):

- riflettenti (assorbimento del livello sonoro ΔL_a compreso tra 0 e 4 dB (A));
- assorbenti (assorbimento del livello sonoro ΔL_a compreso tra 4 e 8 dB (A));
- ad alta assorbenza (assorbimento del livello sonoro $\Delta L_a >$ di 8 dB (A)).

Il valore dell'assorbimento ΔL_a , espresso in dB (A), risulta determinato dalla seguente relazione:

$$\Delta L_a = 10 \log (\sum k_i / (\sum k_i - \sum k_i \alpha_i))$$

dove i valori di $\sum k_i$ e di $\sum k_i \alpha_i$ sono calcolati secondo la seguente tabella:

BANDE IN TERZE D'OTTAVA	k_i	α_i	$k_i \alpha_i$
100	1		
125	2		
160	3		
200	4		
250	5		
315	7		
400	9		
500	11		

630	15	da misurare	da calcolare
800	21		
1000	29		
1250	32		
1600	26		
2000	20		
2500	15		
3150	10		
4000	5		
5000	3		
	$\sum k_i = 218$	$\sum k_i \alpha_i =$	

Si precisa che la certificazione dei coefficienti di assorbimento è richiesta solo per i pannelli classificati nel progetto come assorbenti ad alta assorbenza, cioè i pannelli metallici, quelli in legno e quelli in calcestruzzo e argilla.

2.2. PANNELLI: CARATTERISTICHE MECCANICHE E CHIMICHE

2.2.1. PANNELLI METALLICI

Il pannello deve essere costruito in metallo protetto a tutti gli effetti contro la corrosione secondo quanto previsto dalla norma DIN 55928; il peso (massa superficiale) del pannello non deve essere inferiore a 16 kg/mq.

Il trattamento protettivo delle superfici va eseguito sia all'interno che all'esterno del pannello e, in ogni caso, dopo le varie fasi di lavorazione della lamiera (tranciatura, punzonatura, piegatura, ecc.), a meno che il pannello non sia realizzato in lamiera di alluminio con trattamento protettivo secondo il sistema coil-coating.

Il fornitore dovrà indicare il numero, lo spessore e la natura dello stato protettivo nonché allegare le schede tecniche relative al trattamento anticorrosivo ed ai prodotti verniciati impiegati.

Inoltre si prescrive che:

- la lamiera forata rivolta verso la sorgente di rumore, qualora presenti aperture circolari, dovrà avere per singolo foro un'area inferiore a 78 mm² (raggio = 5 mm circa); se le aperture sono in forma rettangolare, il lato minore dovrà essere compreso tra 6 e 10 mm e il lato maggiore dovrà essere non superiore a 150 mm; in ogni caso la superficie forata dovrà avere un rapporto vuoto/pieno non inferiore al 35%; il disegno del forato deve essere, comunque, preventivamente approvato dalla D.L..
- il materiale fonoassorbente, inserito all'interno della struttura scatolata metallica e generalmente costituito da uno strato di lana minerale conformato in modo tale da assorbire sia per porosità che per risonanza, deve avere uno spessore di almeno 6 cm e deve essere stampato a densità > 85 kg/m³, se trattasi di lana di roccia, o > 48 kg/m³, se trattasi di lana di vetro; deve essere: imputrescibile, inerte agli agenti chimici ed atmosferici, ininfiammabile o autoestinguente e non deve emettere gas tossici o nocivi.

Per aumentare la durabilità e per evitare impregnazioni e/o ritenzioni di liquidi che possano degradarne le caratteristiche meccaniche ed acustiche, dovranno essere impiegati sistemi protetti da una membrana microporosa ed idrorepellente, posizionata verso la sorgente del rumore.

Le prove previste per accertare l'idoneità della lana minerale sono le seguenti:

- diametro medio delle fibrille secondo UNI 6484-69.
Risultato: il diametro medio delle fibrille deve essere compreso tra 6 e 9 µm;
- massa volumica apparente secondo UNI 6485-69.
Risultato: la massa volumica apparente deve essere maggiore di 85 kg/m³ oppure di 48 kg/m³ a seconda che si tratti di lana di roccia o lana di vetro;
- grado di igroscopicità secondo UNI 6543-69 (tempo di prova 1 giorno).
Risultato: il grado di igroscopicità non deve essere superiore allo 0,2% in volume;
- resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento; si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm completamente immerso in acqua distillata per 24 h alla temperatura ambiente.

Risultato: al termine della prova si verifica che non siano avvenuti né sfaldamenti né colorazione rispettivamente del provino e dell'acqua;

- 5) resistenza al calore secondo il seguente procedimento; si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm in una stufa a 150°C per 24 h poggiandolo su una delle due facce quadrate (100x100 mm).

Risultato: al termine della prova, si verifica che, relativamente ai parametri lunghezza e larghezza, non siano avvenute variazioni delle dimensioni originarie del provino superiori a ± 5 mm; resta ininfluente l'eventuale variazione che si verifica sullo spessore.

2.2.1.1. PANNELLI DI ACCIAIO ZINCATO E VERNICIATO

Lo spessore della lamiera di acciaio non rivestita deve essere di almeno 1,5 mm. Le caratteristiche del rivestimento di zinco devono essere conformi alla norma UNI 5753 punto 4.4. Il rivestimento di zinco deve essere del tipo Z 275 (UNI 5753 punto 4.4.2.1.); lo spessore totale della protezione anticorrosiva deve essere almeno 100 μm .

Il trattamento di zincatura dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche.

La verniciatura dovrà essere effettuata come di seguito specificato:

- 1) applicazione di mano di fondo di pittura epossidica al fosfato di zinco rispondente alla C.T. 113 (dell'Ente FS) edizione 10/81 o seguente;
- 2) applicazione di mano di copertura a base di pittura poliuretanica rispondente alla C.T.116 (dell'Ente FS) ediz. 10/81 o seguente.

La protezione anticorrosiva del pannello deve corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- 1) spessore della protezione anticorrosiva (zinco + verniciatura).
Esigenza minima: quanto richiesto;
- 2) aderenza secondo UNICHIM MU 630.
Esigenza minima: grado 0;
- 3) resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518.
Esigenza minima: 60 N;
- 4) resistenza agli urti secondo UNI 8901.
Esigenza minima: la pellicola non deve presentare screpolature per caduta di una massa di 1 kg da un'altezza di 30 cm sul dritto;
- 5) resistenza all'umidità secondo UNI 8744.
Esigenza minima (dopo 1000 ore di esposizione): assenza di blistering e/o di perdita di aderenza; lungo l'incisione, l'arrugginimento e la bollatura non devono penetrare per più di 2 mm;
- 6) resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo UNI 5687.
Esigenza minima (dopo 500 ore di esposizione): l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm; non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

2.2.1.2. PANNELLI DI ALLUMINIO VERNICIATO

Lo spessore della lamiera di alluminio non rivestita deve essere almeno 1,5 mm.. Prima della verniciatura deve essere eseguito un trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice. Tale pretrattamento può essere costituito da uno o più dei seguenti processi: sgrassaggio e risciacquo deionizzato, cromatazione, fosfocromatazione o ossidazione anodica.

Per le facciate esposte lo spessore del film di vernice deve essere di spessore almeno 60 μm ; per le facciate non esposte (interne) si dovrà avere uno spessore minimo di 30 μm ..

Eseguiti i pretrattamenti preliminari, dovrà essere applicata una protezione con polveri poliestere con successiva essiccazione in forno a temperatura almeno pari a 140 °C. Il film di vernice, nei colori della gomma RAL, deve rispondere alle seguenti caratteristiche:

- 1) spessore della protezione anticorrosiva.
Esigenza minima: i valori dichiarati;
- 2) aderenza secondo UNICHIM MU 630.
Esigenza minima: grado 0;
- 3) resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518 (da eseguire solo sulla faccia esposta).
Esigenza minima: 60 N;
- 4) resistenza agli urti secondo UNI 8901.

- Esigenza minima: per caduta di una massa di 1 kg da un'altezza di 30 cm sulla faccia esposta non devono verificarsi screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce;
- 5) resistenza all'umidità secondo UNI 8744.
Esigenza minima (dopo 1500 ore di esposizione): la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm; non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza;
 - 6) resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo UNI 5687.
Esigenza minima (dopo 1500 ore di esposizione): l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm; non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

2.2.1.3. PANNELLI DI ALLUMINIO ANODIZZATO

Lo spessore della lamiera di alluminio anodizzato deve essere di almeno 1,5 mm.

Le superfici anodizzate dovranno avere aspetto privo di venature, inclusioni, cavità, crateri porosi e di altri difetti e non manifestare variazioni di lucentezza e di colore.

Il trattamento elettrolitico dovrà essere eseguito sui pezzi solo dopo aver effettuato tutte le lavorazioni meccaniche (tagli, forature, fresature, ecc.).

Lo strato anodico deve essere di spessore non inferiore a 15 μm e deve risultare ben fissato e continuo.

Le prove previste per accertare l'idoneità dell'anodizzazione sono le seguenti:

- 1) determinazione dello spessore dello strato anodico secondo UNI 6717/70.
Esigenza minima: 15 μm (su entrambe le facce);
- 2) controllo del fissaggio secondo UNI 9178/88.
Esigenza minima: Qualità del fissaggio = "buona" secondo classificazione di cui al punto 9 della suddetta Norma;
- 3) il controllo della continuità degli strati anodici sarà effettuato su cinque punti della superficie scelti a caso, con una goccia di reagente costituito da uguali volumi di acido cloridrico puro e da una soluzione al 6% in peso di bicromato di potassio, preparato al momento dell'impiego.
Esigenza minima: dopo 8 minuti dal deposito del reagente sulle superfici anodizzate non dovrà manifestarsi alcuna colorazione verde.

2.2.2 PANNELLI IN CLS ARMATO NORMALE O PRECOMPRESSO

Il calcestruzzo deve rispondere ai seguenti requisiti:

- classe minima di resistenza R_{ck} 40N/mm²
 - rapporto acqua/cemento < 0,42
 - coefficiente di permeabilità ottenuto con prova a carico costante alla pressione di 1400 KPa su provini di 100 mm di diametro oppure, preliminarmente ai getti, su provini cubici aventi lo spigolo di 150 mm., $K < 10^{-10} \text{ cm s}^{-1}$
 - slump > 16 cm
 - spessore pannello > 8 cm
- L'armatura sarà in barre d'acciaio FeB44K.

2.2.3 PANNELLI IN CLS ARMATO NORMALE O PRECOMPRESSO E CALCESTRUZZO DI ARGILLA ESPANSA O POMICE

Sono costituiti da pannelli a due o più strati nei quali la funzione portante è assicurata dallo strato in calcestruzzo armato, che deve avere le caratteristiche sopraindicate e spessore minimo 8 cm, mentre lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice, rivolto verso la sorgente di rumore, deve essere tale da realizzare le caratteristiche di fonoassorbimento richieste.

Lo strato di calcestruzzo di argilla espansa o pomice dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- aggregati costituiti al 100% da argilla espansa o pomice di adeguata granulometria;
- la resistenza alla compressione dovrà essere in media di 10 N/mm² (da misurarsi su cubetti stagionati con spigolo di 100 mm);
- la massa volumica in mucchio sarà non superiore a 1100 kg/m³ (secondo UNI 7549);
- lo spessore dello strato potrà essere costante o variabile e comunque non dovrà scendere al di sotto di 4 cm.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle normative UNI 7548 (parti I e II) e UNI 7549 (parti da 1 a 12, esclusa la parte 11).

L'armatura sarà in barre d'acciaio FeB44K ed in fili per la precompressione come al D.M. 09/01/1996 e successive aggiunte o modifiche.

I pannelli realizzati in calcestruzzo di argilla espansa o pomice dovranno avere apposita protezione della struttura cellulare in argilla espansa o pomice esposta agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto idrofugo, traspirante, trasparente, resistente alle intemperie, agli U.V., alle muffe, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera, agli alcali. Deve inoltre consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello portante. La protezione della superficie deve evitare l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Eventuali sistemi di protezione diversi da quello sopra descritto potranno essere autorizzati previa presentazione di appositi certificati che ne caratterizzino l'efficacia.

2.2.4 PANNELLI IN CALCESTRUZZO ARMATO ALLEGGERITO

Il pannello è costituito da un impasto omogeneo di cls e argilla espansa con resistenza caratteristica R_{ck} maggiore od uguale a 25 N/mm², massa volumica non inferiore a 1400 kg/m³ e spessore non inferiore ai 20 cm.

L'armatura sarà in barre d'acciaio FeB44K.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle normative UNI 7548 (parti I e II) e UNI 7549 (parti da 1 a 12, esclusa la parte 11).

Dovrà inoltre essere realizzata la protezione superficiale dei pannelli del tipo descritto per i "pannelli in calcestruzzo armato normale e precompresso e calcestruzzo di argilla espansa e pomice".

2.2.5 PANNELLI IN LEGNO

Poiché la barriera è direttamente esposta agli agenti atmosferici, i pannelli, di spessore minimo totale cm 12, devono essere realizzati in legno di ottima qualità. Esso deve resistere al deperimento organico e dev'essere trattato con procedimenti speciali secondo le norme DIN 68 800 parte 3^a per evitare la formazione di funghi. In particolare il legno sarà sottoposto all'impregnazione di sali inorganici indilavabili tipo CB preservanti in autoclavi in pressione con procedimento Bethell UNI 8859, seguendo le indicazioni delle proposte di normativa CEE (G.U. CEE d.d. 24.6.1992. n° 92/C157/05) al riguardo del contenuto di benzo-pirene e di fenoli estraibili in acqua.

Per quanto riguarda il materiale fonoassorbente inserito all'interno della struttura scatolare del pannello, esso deve corrispondere alle caratteristiche richieste.

Lo strato fonoassorbente di mm 50 dovrà essere distanziato dalla parte posteriore con distanziatori in legno.

Nella parte anteriore il pannello fonoassorbente deve essere protetto dalla polvere e dai gas di scarico da un altro pannello in lana minerale di spessore mm 30, avente le caratteristiche sopra richieste, il quale deve a sua volta essere contenuto con un telo a grossa trama fissato lateralmente al pannello.

La superficie anteriore del pannello andrà abbellita con griglia in legno fissata alla struttura del telaio al fine di rendere piacevole la superficie; la superficie posteriore potrà essere costituita da tavole accoppiate ad incastro di spessore maggiore di 2 cm, oppure potrà ripetere il motivo della superficie anteriore.

A copertura dei pannelli in legno e dei montanti in acciaio andrà prevista una scossalina sagomata in legno, sporgente di almeno 4 cm per parte dal pannello.

2.2.6 PANNELLI TRASPARENTI

Gli elementi trasparenti dovranno essere realizzati in polimetilmetacrilato incolore con materiale non rigenerato. Lo spessore minimo richiesto è di 20 mm. Con i pannelli trasparenti verranno fornite e successivamente posate sagome di uccelli rapaci e non in pellicola plastica nera opaca previo lavaggio con soluzione idonea e preparazione delle superfici; la quantità è fissata in numero 1 sagoma per ogni 2 metri quadrati di pannello.

Per tali elementi dovrà inoltre essere verificato:

–Densità (DIN 53479)	> 1,15 g/cm ³
–Assorbimento acqua (DIN 53495)	< 0,5%
–Trasmittanza totale (DIN 5036)	> 90%
–Indice VICAT (DIN 53460)	> 85%
–Resistenza Trazione (DIN 53455)	≥ 70 N/mm ²
–Resistenza Flessione (DIN 53452)	≥ 95 N/mm ²
–Resistenza Compressione (DIN 53454)	≥ 100 N/mm ²
–Modulo elastico (DIN 53457)	≥ 3000 N/mm ²
–Temperatura di inflessione (DIN 53461)	> 80°C
–Coeff. expans. termica (DIN 53752-A)	< 75x10 ⁻⁶ (1/C°)
Possono essere accettate a discrezione della Direzione Lavori eventuali certificazioni equipollenti (I.S.O., UNI, A.S.T.M.B.S.).	

H) SEGNALETICA STRADALE

ART. 59 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

1. 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..

2. GENERALITA'

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee arresto, sebrature, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

- 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.

- 2) Caratteristiche generali delle vernici. - La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

- a) Condizioni di stabilità. - Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica: il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, 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 e 1,5 mq/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 del 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 mq. 1,3 e 1,4. In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione d alla temperatura dell'aria tra i 15 gradi C. e 40 gradi C. e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-45 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le Norme ASTM D/711-35.
- e) Viscosità. - La vernice, nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo stormer 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.

- l) Prova di rugosità su strada. - Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.
Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35.

La valutazione delle strisce longitudinali sarà effettuata a metro lineare in base allo sviluppo effettivo secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco. La valutazione delle zebrature, linee di arresto e simili sarà effettuata a mq. 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. 60 - SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Nuovo codice della Strada approvato con D.L. 30/04/1992 n. 285 e s.m. e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione approvato con D.P.R. 16/12/1992 N. 495 e s.m..

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. 27.4.1990 e con le caratteristiche specificate nel Disciplinare Tecnico dd. 23.6.1990 nonché, in conformità a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. 30.4.1992 n. 285 e relativo Regolamento di esecuzione D.P.R. 16.12.92 n. 495.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola. tutti i segnali porteranno sul retro gli attacchi speciali per l'ancoraggio ai sostegni.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di passivazione effettuato mediante polifosfatazione organica o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il segnale e la scatolatura verranno rifiniti sulle due facce con colore grigio neutro con speciale smalto sintetico coma da art. 77 del regolamento D.P.R. 16.12.92 n. 495.

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard adatto a sostegni tubolari aventi diametro di mm. 60 (0.90 per le maggiori dimensioni), composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm. 12 saldate e da rinforzi a omega della lunghezza di cm. 50 per l'attacco inferiore.

Le controstaffe per l'ancoraggio dovranno essere del tipo a 3 bulloni in acciaio zingato dello spessore di mm. 3-4 complete di bulloni pure zingati (e relativi dadi) interamente filettati.

Per i segnali di cantiere temporanei si dovrà fornire unitamente alle tabelle il relativo cavalletto a trepiede 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. 27.4.1990 n. 156 e dal disciplinare Tecnico approvato con D.M. di data 23.6.1990 nonché dal D.P.R. 16.12.92 n. 495.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali, dovranno essere della migliore qualità di commercio.

2.1. DEFINIZIONI

–PELLICOLA DI CLASSE 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni.

Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti nella tabella II e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio-ambientali.

Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

–PELLICOLA DI CLASSE 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni.

Il coefficiente areico di intensità luminosa 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 colorimetriche valide per le pellicole di classe 1 e 2

COLORE	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (illuminante normalizzato D65 geometria 45/0)				Fattore di luminanza minimo	
					PELLICOLE	
	1	2	3	4	CL. 1	CL. 2
BIANCO X	0,350	0,300	0,285	0,335	0,35	0,27
Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
GIALLO X	0,545	0,487	0,427	0,465	0,27	0,16
Y	0,454	0,423	0,483	0,534		
ROSSO X	0,690	0,595	0,569	0,655	0,05	0,03
Y	0,310	0,315	0,341	0,345		
VERDE X	0,007	0,248	0,177	0,026	0,04	0,03
Y	0,703	0,409	0,362	0,399		
BLU X	0,078	0,150	0,210	0,137	0,01	0,01
Y	0,171	0,220	0,160	0,038		
ARANCIO X	0,610	0,535	0,506	0,570	0,15	0,14
Y	0,390	0,375	0,404	0,429		
MARRONE X	0,430	0,430	0,494	0,540	0,04	0,03
Y	0,340	0,390	0,420	0,370		

–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 INTENSITA' LUMINOSA (cd. Lux/-1 - m/-2)						
Div.	I 11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
20'	5 [^]	50	35	10	7	2	20	0,6
	30 [^]	24	16	4	3	1	4,5	0,2
	40 [^]	9	6	1,8	1,2	0,4	2,2	-
2 [^]	5 [^]	5	3	0,8	0,6	0,2	1,2	0,02
	30 [^]	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,6	0,02
	40 [^]	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06	0,4	-

TABELLA III - Pellicole di Classe 2 ad alta risposta luminosa

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. Lux/-1 - m/-2)						
Div.	I 11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
20'	5 [^]	180	122	25	21	14	65	8,5
	30 [^]	100	67	14	11	7	40	5
	40 [^]	95	64	13	11	7	20	-
2 [^]	5 [^]	5	3	0,8	0,6	0,2	1,5	0,2
	30 [^]	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,9	0,1
	40 [^]	1,5	1,0	0,3	0,2	0,006	0,8	-

- 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 E_r su rilevatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione: $I = E_r \cdot d^2$

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/mq (Circ. 18591/1978 del Servizio Tecnico Centrale del Min. dei LL.PP. relativa al D.M. del 3.10.1978).

Le fondazioni in conglomerato cementizio dovranno essere gettate in opera e dimensionate per gli sforzi derivanti dalla spinta sopra indicata.

L'impresa rimarrà pertanto unica e sola responsabile in qualsiasi momento della stabilità dei segnali sia su pali che su portali, sollevando da tale responsabilità sia l'Amministrazione che i suoi Funzionari da danni che potessero derivare a cose o persone.

3.1. SOSTEGNI A PALO

I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali), saranno in acciaio tubolare del diametro 60 e 90 mm. aventi rispettivamente spesso mm. 3 e mm. 3,2 e previo decapaggio del grezzo dovranno essere zincati a caldo secondo le norme U.N.I. 5101 e ASTM 123 e non verniciati.

Previ pareri della Direzione Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8; mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli di maggiore superficie.

I pali di sostegno e controvento saranno chiusi alla sommità con tappo di plastica ed avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio.

I sostegni dei segnali verticali (esclusi i portali) dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno.

I sostegni saranno completi di tutte le staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.

I sostegni (mensole) per i segnali da fissare a parete saranno costituiti da barre in acciaio zincato con sezioni ad "U" fornite in spezzoni da mm. 4,00.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio potranno essere richiesti dalla Direzione Lavori anche in acciaio zincato a caldo (secondo la norma ASTM 123) con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di kg/mq 140 ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio U.N.I 3569 - T-V 16 dell'altezza di mm. 40.

3.2. SOSTEGNI A PORTALE

I sostegni a portale del tipo a "bandiera", a "farfalla" o a "cavalletto", saranno costituiti in tubolari di acciaio AQ 42 sezione quadra o rettangolare interamente zincati a caldo (norme U.N.I e ASTM 123) non verniciati.

L'altezza del ritto sarà tale da consentire l'installazione di targhe ad un'altezza di 5,50 ml. dal bordo inferiore al piano visibile.

La traversa preferibilmente per i tre tipi di portale, sarà monotrave con montanti leggeri per il fissaggio delle targhe.

I portali saranno ancorati al terreno mediante un dado di fondazione in calcestruzzo idoneamente dimensionato ed eventualmente sottofondo secondo le caratteristiche del terreno, più piastra di base e tirafondi.

I calcoli di stabilità dei portali, sia per la struttura che per le fondazioni, sono a cura e spese dell'Impresa, che rimane unica e sola responsabile, e dovranno essere redatti secondo le norme vigenti (D.M. del 30.10.1978) per garantire la completa stabilità della struttura in presenza di una pressione dinamica di 140kg/mq 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 sulla esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla D.L. e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Appaltatore ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco. Qualora le targhe di indicazione o di preavviso vengano

realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo presso ai singoli pannelli.

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti. Nel caso di fornitura non regolamentare, questa non sarà accreditata e l'appaltatore è obbligato a sostituirla con altra regolamentare.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, metro lineare o a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

5. ISCRIZIONI

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante nonchè 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 s.m..

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 s.m. e dovranno essere posizionati all'altezza fuori terra di 105 cm e infissi nel terreno con zoccolo di calcestruzzo R.k 250 delle dimensioni di cm. 25x25x25.

L) TUBAZIONI E CHIUSINI PER RETE ACQUE BIANCHE

ART. 61- TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO

I tubi in calcestruzzo ammessi dal presente capitolato speciale sono costruiti secondo la norma DIN 4032 che si intende qui integralmente recepita, e corrispondono ai tipi rinforzati previsti da tale norma.

In particolare i tubi potranno essere forniti - se non altrimenti specificato nell'apposita voce dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto" - con o senza piede di appoggio, e con manicotto (bicchiere) o con risega di giunzione. La forma del tubo è specificata nell'articolo corrispondente dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto" allegato. Sui giunti andrà interposta una guarnizione di tenuta in grado di garantire l'assoluta impermeabilità (secondo norme DIN 19543). Si riportano nelle tabelle seguenti le caratteristiche geometriche principali dei tubi, secondo la norma DIN 4032:

Tubi in calcestruzzo di sezione circolare

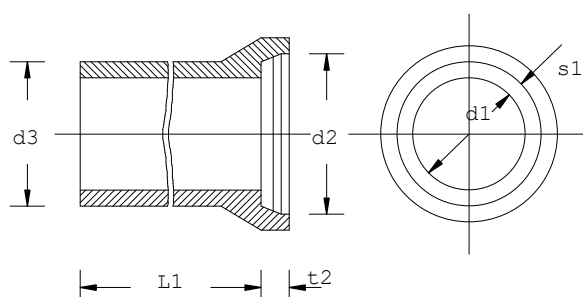


FIGURA 1 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto senza piede

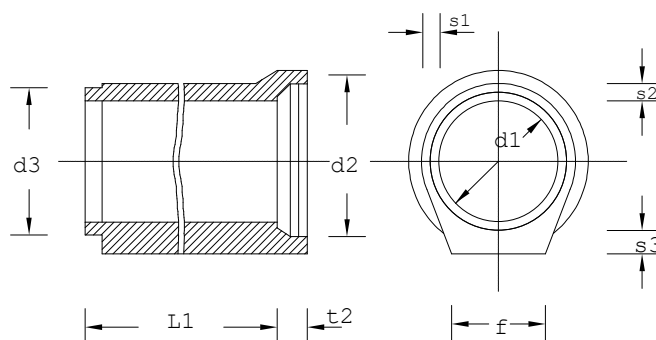


FIGURA 2 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto e con piede di appoggio

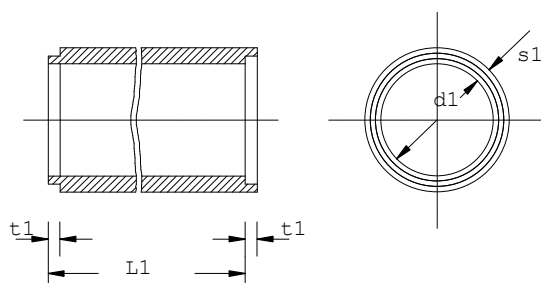


FIGURA 3 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega senza piede

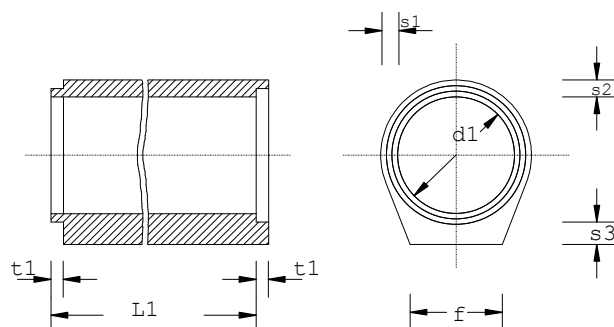


FIGURA 4 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega e piede

Tabella 1: Tubi in calcestruzzo di sezione circolare

diametro nominale DN	d scarto ammis- sibile	parallelismo della superf. di base. Scarto ammisibile	larghezza del piede f circa	spessori min.della parete			
				tubi senza piede	tubi con piede		
				S1	S1	S2	S3
100	100±23	80	--	--	--	--	
150	150±23	120	--	--	--	--	
200	200±34	160	--	--	--	--	
250	250±34	200	--	--	--	--	
300	300±45	240	50	50	50	65	
400	400±46	320	65	50	65	90	
500	500±56	400	85	70	85	110	
600	600±68	450	100	85	100	130	
700	700±68	500	115	100	115	150	
800	800±710	550	130	115	130	170	
900	900±710	600	145	130	145	195	
1000	1000±812	650	160	145	160	215	
(1100)	1100±812	680	175	160	175	240	
1200	1200±10	14	730	190	170	190	260
(1300)	1300±10	14	780	205	185	205	280
1400	1400±10	16	840	220	200	220	300
(1500)	1500±10	16	900	235	215	235	320

N.B.: I diametri nominali in parentesi sono possibilmente da evitare.

Tabella 3: Forza di compressione al vertice F.

TUBI CIRCOLARI	
Diametro nominale DN	Forza di compressione al vertice F KN/m minima
100	---
150	---
200	---
250	---
300	50
400	63
500	80
600	98
700	111
800	125
900	138
1000	152
1100	166
1200	181
1300	194
1400	207
1500	220

ART. 62- CHIUSINI PER CAMERETTE

Di norma per la copertura dei pozzi di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in sola ghisa o in ghisa unita a calcestruzzo. I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o rettangolare a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione dei Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini. La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno. La Direzione Lavori potrà richiedere chiusini con fori di aerazione e muniti di appositi cestelli per la raccolta del fango. Ogni chiusino dovrà portare, ricavata nella fusione, l'indicazione della Stazione appaltante come risultante dai tipi normali.

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i chiusini dovranno essere garantiti, per gli impieghi sottoelencati, al carico di prova da indicare, ricavato in fusione, su ciascuno elemento:

- su strade statali e provinciali, ed in genere strade pubbliche con intenso traffico di scorrimento: t 40;
- su marciapiedi, giardini, cortili a traffico pedonale: t 15;

Per carico di prova si intende quel carico, applicato come al successivo paragrafo, in corrispondenza del quale di verifica la prima fessurazione.

Per la loro ammissibilità, ai fini dell'accertamento di rispondenza della fornitura, i certificati dovranno riferirsi a prove sino a rottura eseguite su un numero di elementi pari a uno ogni cento di fornitura con un minimo di tre elementi. Tutte le spese saranno a carico dell'appaltatore.

Le spese saranno a carico della stazione appaltante solo se venga richiesta, e dia esito positivo, una prova su fornitura inferiore ai venti elementi.

Per la validità dei relativi certificati le prove dovranno essere eseguite presso laboratori ufficiali o presso Istituti specializzati secondo norme vigenti.

Il telaio del chiusino verrà posato sul supporto della macchina di prova con l'interposizione di un sottile strato di gesso, si da garantire la perfetta orizzontabilità. La forza di pressione verrà esercitata perpendicolarmente al centro del coperchio per mezzo di un piatto del diametro di 200 mm il cui bordo

inferiore risulti arrotondato con raggio di 10 mm. Il piatto dovrà essere posato sul coperchio con l'interposizione di un sottile strato di gesso, di feltro o di cartone, per garantire il perfetto, completo appoggio.

La pressione dovrà essere aumentata lentamente e continuamente con incrementi che consentano il raggiungimento del carico di prova in quattro minuti primi, ma verrà arrestata, nel caso non si siano verificate fessurazioni, al 90% di tale valore. Qualora invece anche uno solo degli elementi sottoposti a prova di fessurasse, si procederà senz'altro a sottoporre alla prova completa, fino a rottura, altri due elementi, indipendentemente dalla consistenza della fornitura, ed il carico di rottura risulterà dalla media di tre valori.

Se tutti i campioni superano i prescrittivi esami le prove hanno validità per l'intera fornitura.

Qualora il risultato di una prova sia controverso, l'appaltatore può chiedere che la prova sia ripetuta sullo stesso numero di elementi provenienti dalla stessa fornitura.

Se i nuovi elementi superano chiaramente la prova, l'intera fornitura si intende come collaudata, altrimenti la Direzione Lavori è autorizzata a rifiutarla.

ART. 63- POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO NORMALE

I tubi di cemento normale saranno normalmente posti in opera con sottofondo e, eventualmente, rinfianchi in calcestruzzo magro di cemento. Il sottofondo ed i rinfianchi avranno le precise dimensioni risultanti dai tipi di progetto.

Il sottofondo dovrà essere spianato ed disposto esattamente secondo le livellette prescritte. Le superfici superiori dei rinfianchi dovranno essere intonacate e lisciate in malta di cemento.

Il tubo sarà quindi posato sul sottofondo così predisposto e ricalzato lateralmente con cunei di calcestruzzo od altro perché sia mantenuto esattamente in posto.

Verrà quindi disteso lungo l'orlo del tubo già in opera un piccolo strato di malta di cemento puro e contro questo verrà spinto il tubo successivo con l'orlo pure spalmato di malta ricca di cemento. Quando questa abbia fatto presa sufficiente, dovranno essere diligentemente raschiate tutte le escrescenze sia all'esterno che all'interno. Verrà quindi gettato il calcestruzzo di rinfiancio, avendo cura nella colata e nella pestonatura successiva che la tubazione non abbia minimamente a spostarsi dalla sua posizione in precedenza fissata.

Successivamente, avutone l'assenso da parte della Direzione Lavori, si procederà al rinterro della condotta impiegando dapprima materiale minuto e crivellato disposto a strati ben battuti, per un'altezza di circa 30 cm - qualora non altrimenti stabilito nell'apposita voce dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto" - e poi le terre di scavo, esse pure battute, bagnate, ed in strati successivi come sopra detto.

Se indicato nell'apposita voce della "Lista delle categorie di lavoro e forniture previste per l'esecuzione dell'appalto", per le giunzioni verranno impiegate apposite guarnizioni in gomma.

ART. 64- POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO

Sistemato il piano di fondo dello scavo, i tubi in parola saranno collocati su sellette d'appoggio, in calcestruzzo di cemento prefabbricato (in numero di due per ogni tubo), le quali saranno messe in opera alle esatte quote corrispondenti alle livellette di progetto. Le sellette saranno disposte con gli assi a 50 cm dall'estremità del rispettivo tubo o secondo quanto risulta dai tipi di disegni allegati al progetto. Le giunzioni fra tubo e tubo, per tubi con estremità a bicchiere, saranno effettuate come segue:

l'estremità a coda del tubo verrà martellinata per una certa ampiezza, allo scopo di facilitare l'adesione della malta;

i tubi verranno poi imboccati a vicenda tenendo leggermente staccata la coda dell'uno dal fondo del bicchiere dell'altro. In seguito, a mezzo di cunei di legno sarà fissata la posizione reciproca del tubo e del bicchiere curando la perfetta centratura dei pezzi;

fissata così la reciproca posizione, la giunzione sarà fatta con treccia di canapa avvolta sulla testata del tubo e compressa, a mazzuolo, con apposita stecca di legno. In questo modo il bicchiere sarà riempito per circa due terzi della sua profondità: la parte restante sarà riempita con malta ricca di cemento e con mastice bituminoso a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori ed in modo da formare un anello a smusso leggermente sporgente dal bicchiere.

Si procederà infine al rinterro della tubazione previo assenso della D.L., impiegando dapprima sabbia o terra crivellata disposta a strati ben battuti per un'altezza di 30 cm sopra il tubo, salvo diversa prescrizione dell'apposita voce dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto". Dopo di che potrà essere impiegata la terra di scavo essa pure a regolari strati battuti e innaffiati a regola d'arte.

Se indicato nell'apposita voce della "Lista delle categorie di lavoro e forniture previste per l'esecuzione dell'appalto", per le giunzioni verranno impiegate apposite guarnizioni in gomma.

ART. 65 - 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 5,00 q.li di cemento tipo 425 per mc 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 4,00 q.li di cemento tipo 425 per mc 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.