

**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
COMUNE DI FAI DELLA PAGANELLA**

**CAPITOLATO SPECIALE
PER L’AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA E POSA IN OPERA
SOTTO SOGLIA COMUNITARIA DI:
SISTEMAZIONE E ADEGUAMENTO ACCESSO ESISTENTE
IN LOCALITA' AGOSTEL
al Km. 8,000 della S.P. N° 4 di Fai
PROGETTO ESECUTIVO**

- PARTE TECNICA -

Committente : Comune di Fai della Paganella

Fai della Paganella, 24 novembre 2023

Studio Opera – geom. Stoffella Massimo

Frazione Valgrande 5 – 38060 Terragnolo (TN) - tel. 3498489953 mail: massimo.stoffella@geopec.it

CAPO I

DATI GENERALI

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.

FORNITURA E POSA IN OPERA DI BENI INERENTI LA SICUREZZA STRADALE

I beni da fornire per la realizzazione di :

1. apparecchi, giunti, appoggi e sistemi antisismici per ponti e viadotti;
2. barriere di sicurezza;
3. barriere fonoassorbenti;
4. impianti elettrici;
5. impianti di illuminazione;
6. impianti di ventilazione;
7. impianti tecnologici per l'edilizia civile ed industriale;
8. impianti di telecomunicazioni;
9. segnaletica verticale ed orizzontale;

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 II

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1

MATERIALI IN GENERE

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale approvato con D.M. n. 45 di data 19/04/2000.

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

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:

L'Impresa è inoltre tenuta all'osservanza delle disposizioni sulla normalizzazione dei materiali di cui al Decreto Ministeriale 18.3.1935 e successive modifiche.

Art. 2

ACQUA, CALCE, LEGANTI IDRAULICI, GESSO

- a) **Acqua.** - L'acqua dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 09/01/1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.
- b) **Calce.** - Le calce aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 e successive modifiche ed alle norme vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.
La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.
La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.
Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego, quella destinata alle murature da almeno 15 giorni.
- c) **Leganti idraulici.** - I cementi e gli agglomerati cementizi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui alla Legge 26.5.1965 n. 595, D.M. 3.6.1968, così come modificato con D.M. 20.11.1984, D.M. 9.1.1996, D.M. 12.7.1999.
- d) **Gesso.** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

Art. 3

SABBIA, GHIAIA, PIETRE NATURALI, MARMI

- a) **Ghiaia, pietrisco e sabbia** - Le ghiaie, i pietrischi e la sabbia da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, dovranno avere le stesse qualità stabilite dal D.M. 3 giugno 1968 e D.M. 9.1.1996.
La sabbia dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio con maglie circolari del diametro di mm. 2 per murature in genere e del diametro di mm. 1 per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.
Per quanto riguarda le dimensioni delle ghiaie e dei pietrischi, gli elementi di essi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro:
di cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
di cm 4 se si tratta di volti di getto;
di cm 1 a 3 se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.
Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di un centimetro di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori di cemento armato od a pareti sottili, nei quali sono ammessi anche elementi più piccoli.
- b) **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".
- c) **Ciottole 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.
- d) **Pietre naturali** - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta e monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee: dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata alla entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere efficace adesività alle malte. Saranno assolutamente escluse le pietre marmose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.
Le pietre da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, scevre da fenditure cavità e litoclasti, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità. Esse dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabili nel Regio Decreto n. 2232 del 16.11.39. Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.
I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli od altri difetti che ne infirmino la omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.
I cubetti di pietra dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R./54 "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazione stradali" e nella "Tabella UNI 2719/45".
I ciottole da impiegare per selciati dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla Direzione dei Lavori secondo l'impiego cui sono destinati.

I tufi dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

Art. 4 LATERIZI

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2233, D.M. 9.1.1996 e alle norme UNI 1607, 5628-65, 5629-65, 5630-65, 5631-65, 5632-65, 5633-65.

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia alla larghezza, di modello costante, presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a Kg. 150 per centimetro quadrato.

I mattoni forati ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno Kg. 16 per centimetro quadrato.

Le tegole piane o curve (coppi), dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme: appoggiate su due regoli, posti a mm. 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico graduale concentrato nel mezzo di Kg. 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di Kg. 1 cadente dall'altezza di cm. 20. Sotto un carico di mm. 50 d'acqua mantenute per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili.

Le tegole piane infine non devono presentare difetto alcuno nel nasello.

I laterizi aventi funzione statica dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

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

E' vietato l'impiego di laterizi per i quali le prove chimiche da effettuare nei laboratori sperimentali ufficiali, abbiano rilevato una quantità di anidride solforica superiore allo 0,05%.

E' prescritto l'impiego di cemento pozzolanico per la confezione delle strutture di conglomerati dei solai a contatto coi laterizi sia che questi abbiano o no funzione statica.

Art. 5 MATERIALI FERROSI E MATERIALI VARI

- a) **Materiali ferrosi** - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciatore, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura fucinata e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 9.1.1996.
- b) **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.

Art. 6 LEGNAMI

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza siano, dovranno corrispondere a tutte le prescrizioni di cui al Decreto Ministeriale 30 ottobre 1912, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami destinati alla costruzione dei serramenti dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, diritta e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, ammenoché non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alborno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti.

Il tavolame dovrà essere ricavato dai tronchi più diritti, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alborno e lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo senza alborno, nè smussi di sorta.

Art. 7 MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI PEDONALI

I materiali per pavimentazione, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R. decreto 16 novembre 1939, n. 2234.

- a) **Mattonelle, marmette e pietrini di cemento** - Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione e a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare nè carie, nè peli, nè tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi. Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm. 20, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante non inferiore a mm. 7. Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di mm. 20, con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm. 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo. I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a mm. 30 con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm. 8; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scalinata secondo il disegno che sarà prescritto.
- b) **Graniglia per pavimenti alla veneziana** - La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.
- c) **Pezzami per pavimenti a bollettonato** - I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm., di forma o dimensioni opportune secondo i campioni scelti.
- d) **Pietrini e mattonelle di terracotta greificate** - Le mattonelle ed i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto intero lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana. Sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura. Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensioni che saranno richieste dalla Direzione dei lavori.
- e) **Pavimenti resilienti** - Dovranno corrispondere per la tonalità dei colori ai campioni prescelti e presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature. Lo spessore verrà determinato come media di dieci misurazioni eseguite sui campioni prelevati, impiegando un calibro che dia l'approssimazione di un decimo di millimetro con piani di posamento del diametro di almeno mm. 10. Esso non dovrà avere stagionatura inferiore a mesi quattro. Tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta, dovrà essere perfetto il collegamento con la tela di juta cui è applicato. Un pezzo di tappeto di m. 0,20 di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro 10 X (s + 1) millimetri, dove s rappresenta lo spessore in millimetri, senza che si formino fenditure e screpolature.

Art. 8 MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI

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

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

per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

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

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

Art. 9 MATERIALI PER OPERE IN VERDE

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

Art. 10 TELI TIPO GEOTESSILE

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

- a) composizione in fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, agglomerate senza l'impiego di collanti;

- b) coefficiente di permeabilità per filtrazione trasversale, compreso fra 10^3 e 10^1 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- c) resistenza a trazione misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 300 N/5cm, con allungamento a rottura compreso fra il 25 e l'85% (prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza 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 scareranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto).

Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati di pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione 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. 11 COLORI E VERNICI

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

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

Art 12 MATERIALI DIVERSI

- a) **Vetri e cristalli** - I vetri e cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolore, molto trasparenti, privi di scorie, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto.
- b) **Materiali ceramici** - I prodotti ceramici più comunemente impiegati per rivestimenti di pareti, tubazioni, ecc., dovranno presentare struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con lo smalto privo assolutamente di peli, cavillature, bolle, soffiature o simili difetti.

Art. 13 TUBAZIONI

- a) **Tubi di ghisa** - I tubi di ghisa saranno perfetti in ogni loro parte esenti da ogni difetto di fusione, di spessore uniforme e senza soluzione di continuità. Prima della loro messa in opera, a richiesta della Direzione dei lavori, saranno incatramati a caldo internamente ed esternamente.
- b) **Tubi di acciaio** - I tubi di acciaio (Mannesmann) dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.
- c) **Tubi di gres** - I materiali di gres devono essere di vero gres ceramico a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, e di lavorazione accurata e con innesto a manicotto o bicchiere.

I tubi saranno cilindrici e diretti tollerandosi solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore ad un centesimo della lunghezza di ciascun elemento.

In ciascun pezzo i manicotti devono essere formati in modo da permettere una buona giunzione nel loro interno, e la estremità opposta sarà lavorata esternamente a scanellatura.

I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.

Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, chimicamente immedesimato con la pasta ceramica, di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.

La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi, (escluso il fluoridrico) ed agli alcali impermeabili in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non ne assorba più del 3,5 per cento in peso; ogni elemento di tubazione deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere provato isolatamente.

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

Art 13bis PROVE DEI MATERIALI

- a) **CERTIFICATO DI QUALITÀ**: L'Appaltatore, su richiesta della 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 degli impianti di produzione.

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

1.000 m ³	per i materiali lapidei,
10.000 m ²	per i conglomerati bituminosi,
500 m ³	per i conglomerati cementizi,
50 t	per cementi e le calce,
5.000 m	per le barriere,

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

- c) **PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA**: L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'impresa presso Laboratorio Ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso il Laboratorio Ufficiale previa opposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

CAPO III MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO PARTE I: OCCUPAZIONE DEI TERRENI E SVILUPPO DEI LAVORI

Art. 14 OCCUPAZIONE DEI TERRENI

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

Indennizzi occorrenti per occupazioni di aree non comprese in quelle sopra elencate, stanno a carico dell'assuntore.

Art. 15 SVILUPPO DEI LAVORI

A misura che si adempiranno le formalità di cui al presente articolo i movimenti di materie dovranno essere attivati per primi, dando poi mano alla costruzione delle opere d'arte e cominciando da quelle di cui maggiormente importi affrettare il compimento. I preparativi e le provviste perciò necessari saranno fatti dall'Imprenditore appena sottoscritto il contratto d'appalto.

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di fissare all'Impresa le località ove debbono essere a preferenza incominciati i lavori, concentrati i mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto dal pubblico vantaggio.

Art. 16 LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO

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

In particolare l'Impresa è tenuta:

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

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

E' fatto carico all'Impresa di osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al DL 30 aprile 1992 n. 285, e relativo regolamento ed eventuali successive modifiche.

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.

PARTI II°: FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE

Art. 17 TRACCIAMENTI

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

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

La Direzione dei lavori, con personale ausiliario, fornito dall'Impresa, fisserà sul posto gli elementi per il tracciamento della strada ed i caposaldi per la livelletta.

Art. 18 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 larghezza 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.

- a) **Formazione di 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 suole dire, presi a prestito nelle campagne adiacenti alla strada, scegliendo quelli più adatti che i luoghi somministrino.

Nel caso che questi ultimi debbano prendersi lateralmente alla strada, si avvertirà di lasciare fra il piede della scarpata della strada stessa ed il ciglio degli scavi un intervallo pari in larghezza alla loro profondità ed inoltre di terminare gli scavi medesimi con scarpe a 45° almeno.

I rialzi si eseguiranno a strati o cordoni regolari per tutta la larghezza del rilevato assegnando a ciascuno di questi un'altezza non 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 ottimale, 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.

In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli geotessili in strisce contigue opportunamente sovrapposte sui bordi per almeno 40 cm. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle specificate nel rispettivo articolo dell'Elenco.

Lo strato granulare con funzione anticapillare dovrà avere uno spessore compreso tra 30 e 50 cm e sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da mm 2 a mm 50 con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0.075 mm non superiore al 3%. Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, ecc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Sarà data al rialzo una larghezza alquanto maggiore di quella che dovrà avere a lavoro finito, per poterne ritagliare le scarpe e profilare i lembi delle banchine dopo che le materie si siano sufficientemente associate, dovendosi per quanto possibile evitare il bisogno di sovrapporre nuove materie a quelle già consolidate. Che se questa necessità si presentasse, dovrà con appositi tagli e gradini, da praticarsi senza alcun compenso speciale, essere collegato il vecchio col nuovo terrapieno, intendendosi tale lavoro compensato nel prezzo di scavo o di riporto, pagato nel solito modo di valutazione dei movimenti di terra, prescindendo cioè dallo scavo fatto per l'esecuzione dei gradini.

Ad ogni modo la superficie delle scarpe dei rialzi sarà regolarmente spianata e, successivamente, ben composta, battuta e quindi seminata nella misura di 120 kg/ha di semente.

Le scarpe dei tagli saranno, secondo la natura e la tenacità del terreno, regolate nel modo indicato dai profili d'arte allegati ai disegni del progetto, nonché ben battute e cigliate.

Nella formazione della scarpata dei rialzi si avrà cura che lo strato superiore sia composto di terreno vegetale dello spessore di circa 20 cm ove vi possano, per la maggior stabilità del terrapieno, germogliare le erbe e quei semi che prescriverà la Direzione dei lavori e che l'Impresa dovrà farvi spargere senza alcun compenso speciale. La terra vegetale se non reperibile negli scavi verrà pagata a parte.

Per i rialzi che fossero sostenuti da muri si dovranno a preferenza impiegare materie grosse, ghiaiose, o pietra da rifiuto, disposte in modo da produrre la minore spinta possibile contro gli stessi muri.

In rapporto al pH. dei terreni, la D.L. prescriverà, se del caso, la concimazione di fondo, mentre l'Impresa è tenuta, in base alle caratteristiche del terreno, a sottoporre alla D.L. per la sua approvazione il tipo di miscuglio che verrà adottato. Tale lavoro verrà eventualmente compensato a parte.

Per le scarpate in trincea, in corrispondenza delle linee di incontro tra le superfici delle scarpate ottenute e le contigue superfici, il terreno sarà se richiesto accuratamente raccordato, anche lungo le linee di incontro tra due diversi superfici ottenute entrambe artificialmente.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa è obbligata a provvedere a dare ai rilevati l'acqua occorrente per un rapido assestamento degli stessi. Questa prestazione verrà conteggiata a parte.

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.

	Sottofondo	Corpo del rilevato	Ultimo strato del rilevato (*) (spessore 40 cm)	Cassonetto o massicciata	Finitura superficiale
Md N/mm ² Traffico tipo A	15	30	60	100	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		
<i>rulli vibranti trainati</i>						
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	-	-
<i>Rulli vibranti semoventi</i>						
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	-	-
<i>rulli vibranti tandem</i>						
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

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	
Caratteristica della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332											
Limite liquido	—		—	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N. P.	≤ 10	≤ 10 max.	> 10	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	
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.	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellente a buono					da mediocre a scadente					
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuna o lieve			media			molto elevata			media	
Ritiro o rigonfiamento	nullo			nullo o lieve			lieve o medio			elevato	
Permeabilità	elevata			media o scarsa							
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 allo scuotimento* - facilmente comprimibili	
* 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 con le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera che scomparirà comprimendo le dita.											

Impiego di materiali riciclati nella costruzione di rilevati

In alternativa ai materiali naturali da cava rispondenti alla classificazione CNR UNI può essere impiegato, ad esclusione dell'ultimo metro a partire dal piano viabile finito, materiale non previsto dalla classificazione CNR UNI 10006, provenienti da recupero di inerti artificiali o naturali, trattati in idonei impianti di riciclaggio e granulometricamente stabilizzati; peraltro, ove non espressamente previsto in progetto, l'utilizzo di materiali riciclati dovrà essere espressamente autorizzato dalla Direzione Lavori e dalla Stazione Appaltante.

E' vietato l'utilizzo diretto di materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del IV comma dell'art.2 del DPR 915/82.

L'uso di tali materiali è infatti consentito previo trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa vigente. E' ammesso anche l'utilizzo di materiale fine proveniente da segazione o da lavaggio di inerti purché conforme alle disposizioni legislative vigenti e nei limiti stabiliti dal fuso granulometrico riportato in tabella B.

Dovrà essere garantito l'approvvigionamento dei materiali per tutta la necessità dell'opera con granulometria costante e sufficiente omogeneità dal punto di vista qualitativo, in considerazione della presumibile eterogeneità dei materiali di base.

L'utilizzo dell'inerte proveniente da impianti di riciclaggio dovrà essere sottoposto al benestare della Direzione Lavori alla quale verrà comunicata preventivamente l'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione e trattamento che provvederà a fornire alla D.L. stessa i certificati indicati al paragrafo successivo.

Prove di accettazione e qualificazione dei materiali riciclati

Sarà possibile utilizzare inerti provenienti da impianti di riciclaggio solo se accompagnati da certificati con le seguenti verifiche:

- Verifica del fuso granulometrico secondo UNI 10006;
- Verifica dell'indice di forma e di appiattimento secondo CNR n° 95;
- Verifica della mancanza di sostanze organiche contaminanti UNI 7466/75 e DPR n° 915 del 10/9/89;
- Verifica della % di rigonfiamento secondo CNR UNI 10009;
- Verifica della sensibilità al gelo secondo CNR fasc. 4 art. 23;
- Verifica della resistenza all'abrasione secondo CNR anno 7 n° 34 1973 (prova Los Angeles).

Data la natura eterogenea dei riciclati, la Direzione Lavori potrà, in qualunque momento, far ripetere una o tutte le prove di accettazione presso un laboratorio qualificato.

Le prove di qualificazione e certificazione sono indispensabili per verificare in quali condizioni il materiale preventivamente accettato si potrà utilizzare ai fini stradali.

Tali prove verranno effettuate a carico della ditta appaltatrice. Saranno considerati accettabili i materiali che rispetteranno i parametri di seguito indicati:

- La curva granulometrica, secondo UNI 10006, dovrà essere contenuta nel fuso indicato in tabella B e comunque la pezzatura massima ammessa non dovrà essere superiore a 71 mm;
- l'indice di forma e di appiattimento secondo CNR n° 95, dovrà accertare una presenza di presenti componenti lenticolari in quantità non superiore al 30%;
- l'assenza di sostanze organiche contaminanti secondo UNI 7466/75 e DPR n° 915 del 10/9/89;
- la % di rigonfiamento secondo CNR UNI 10009 dovrà accertare la natura non rigonfiante del materiale;
- la verifica della sensibilità al gelo dovrà assicurare che il materiale in prova non subisce perdite superiori al 12% in peso secondo la CNR fasc. 4 art. 23;
- la resistenza all'abrasione secondo CNR anno 7 n. 34 - 1973 (prova Los Angeles) dovrà accertare che il materiale non subisca perdite superiori al 40% in peso. In relazione all'eterogeneità del riciclato, si effettua la prova su tutte le pezzature.

E' riservata alla Direzione Lavori la facoltà insindacabile, dopo aver esaminato il materiale, il cantiere di produzione e le prove di qualificazione, di accettare o meno il materiale proposto.

Sul materiale andranno inoltre effettuate delle prove tipo Proctor modificata CNR N°69 con la frequenza e le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori al fine di determinare il contenuto ottimale di umidità necessario per la costipazione in opera.

Modalità di impiego e posa in opera

Se il riciclato si presenta troppo asciutto si procede alla preventiva umidificazione in cumulo. In ogni caso, prima di procedere alla rullatura del materiale, dovrà essere accertato il corretto grado di umidità dello stesso con riferimento ai risultati delle prove Proctor modificate.

La compattazione avverrà mediante l'utilizzo di un rullo vibrante di idonee caratteristiche e tonnellaggio, mentre la stesa del materiale deve essere preferibilmente eseguita per mezzo di una motolivellatrice (grader) in quanto l'impiego di mezzi cingolati favorisce la segregazione e la frantumazione del materiale in relazione alla maggior energia trasmessa.

Durante la posa in opera si dovrà procedere per strati di spessore compreso tra 15 e 30 cm.

Sugli strati dovranno essere condotte prove di carico su piastra del diametro di 30 cm per la determinazione del modulo Me definito dalle Norme Svizzere 670317; la frequenza, le modalità e i valori richiesti per tale modulo sono quelli indicati nel presente articolo, al paragrafo 1. (formazione dei rilevati).

- b) **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 nella relazione geologica o specificato nelle sezioni di progetto o nelle sezioni tipo saranno computati a parete verticale.

- c) **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.

- d). **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. 19

PREPARAZIONE DEL TERRENO SU CUI DEBBONO ELEVARS I RIALZI

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 inerbato, invece di guastarne la crosta, si dovrà scavarne intatte le piote, per metterle in disparte ed impiegarle poi a guarnire i lembi di strada ed a rivestire le scarpate come sarà ordinato nell'atto di esecuzione e ciò senza alcun compenso speciale.

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto.

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 rinverranno terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da aggiungere una densità secca pari ad almeno il 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 azione delle acque, occorrerà tenere 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 cortica erbosa. Si farà luogo quindi al riempimento dei gradoni con il materiale proveniente dallo scavo di questi, se ritenuto idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

La D.L. si riserva di controllare il comportamento globale del piano di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione M_e , determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di M_e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0.05 e 0.15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 90% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8, la D.L. potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio della D.L. e si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 90% di quella di riferimento per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla D.L. mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_e il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo, di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Nei tratti a forte pendio la superficie del suolo sarà disposta a scaglioni leggermente inclinati verso monte, onde le materie di riporto prendano sui medesimi uno stabile assetamento, precauzione questa che si userà ugualmente nel fare i riempimenti dietro i muri di sostegno per diminuirne la spinta. Per i lavori di preparazione del terreno su cui debbono elevarsi i rilevati come sopra specificati come pure per la preparazione degli scaglioni nei tratti a forte pendio non è previsto alcun compenso, essendo lo stesso già compreso nel prezzo unitario fissato per gli scavi rispettivamente per i rilevati.

Art. 20 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. 20 bis 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.

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/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm²; 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. 21

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 dei tagli non mai minore dell'altezza di questi, o in siti ove il loro deposito riesca di nessuno o del minore danno possibile alle proprietà.

In ogni caso le eventuali indennità per danni inerenti ai depositi sono a carico dell'Impresa.

La D.L. potrà pure ordinare che parte delle materie di rifiuto vengano impiegate nella formazione di piazzette di deposito e l'Impresa dovrà corrispondere a tale richiesta senza diritto a speciali compensi.

I materiali provenienti da demolizioni di murature, edifici, o dagli scavi passeranno in proprietà dell'Impresa che degli stessi farà l'uso che riterrà più opportuno, salvo il giudizio sulla loro idoneità per l'impiego nei lavori, spettanti alla D.L.. Di tale agevolazione è stato tenuto conto nella determinazione dei prezzi unitari.

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

Art. 22

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. 22 bis

INTERVENTI DI SCAVO A SEZIONE RISTRETTA E SUCCESSIVO RIPRISTINO SU CORPO STRADALE ESISTENTE

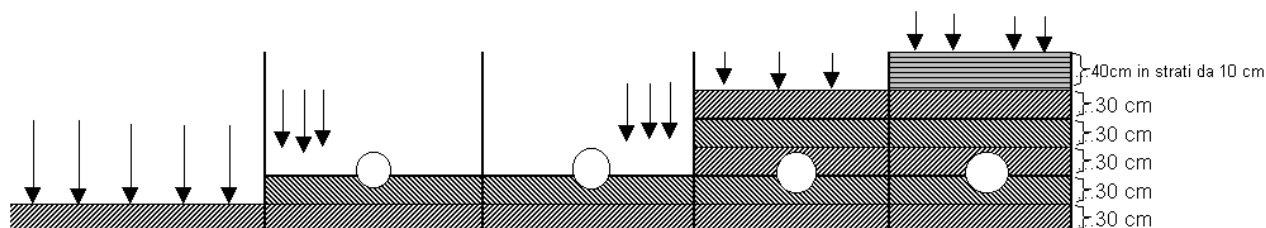
Gli interventi di scavo a sezione ristretta puntuali o lineari sul corpo stradale esistente necessari ad esempio per interventi sui sottoservizi dovranno essere realizzati rispettando le seguenti prescrizioni:

- 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/mm²	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 massiciata	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

PARTE III° **FONDAZIONI SPECIALI**

Art. 23 **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 diritti, 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. 21 gennaio 1981 e s.m. (S.O. della G.U. n. 37 del 7 febbraio 1981) e del D.M. 11 marzo 1988 e s.m. (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988) 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 rotopercussione 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. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" 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 220 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 N80 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 opposizione, sulla testa del micropalo, di manicotto filettato per il collegamento con l'iniettrice centrifuga ad alta pressione.
L'iniezione verrà realizzata a presa avvenuta, dopo circa dodici ore, dalla malta cementizia di cui alla fase 1). Per le modalità di iniezione si veda il paragrafo successivo "iniezione ripetuta ad alta pressione".

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 norme A.I.C.A.P. sopra menzionate.

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 $< 0.10 \text{ m}$; 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 nel numero e con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11 marzo 1988 e s.m. (pubblicato sul S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988).

Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova sarà pari a 2.5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2.5.

Il D.L. dovrà in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi.

Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo ed il plinto abbiano raggiunta la stagionatura prescritta.

Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zavorrato, oppure 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 aggiunta alla quota stabilita, il palo verrà reciso, a cura e a spese dell'impresa, ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originaria.

Nel prezzo sono comprese, oltre la fornitura del palo, anche la fornitura e applicazione della puntazza in ferro e della ghiera in testa, la posa in opera a mezzo di idonei battipali, tutta l'attrezzatura, la mano d'opera occorrente e le prove di carico da eseguire con le modalità e gli oneri anzidetti.

Per pali in c.a. costruiti fuori opera, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e messa in opera, si precisa che il prezzo comprende, oltre la fornitura, l'armatura metallica, la puntazza metallica robustamente ancorata al cls, le cerchiature di ferro, i prismi in legno a difesa della testata e le prove di carico.

La lunghezza di tutti i pali costruiti in opera, compresi pali trivellati, sarà quella determinata dalla quota di posa del plinto alla quota di massima infissione del tuboforma. Resta pertanto confermato che nei relativi prezzi di offerta, si intendono compresi e compensati: l'infissione del tuboforma, la fornitura della calcestruzzo, il suo getto e costipamento con mezzi idonei, la formazione di eventuali bulbi di base ed espansioni laterali, il ritiro graduale del tuboforma, gli esaurimenti d'acqua, l'eventuale foratura a vuoto del terreno, la posa in opera, ove occorra, di un idonea controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua, le prove di carico ordinate dalla D.L.. Resta invece esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, che verrà compensata con il relativo prezzo di offerta.

Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonitici, fermo restando che tutti gli oneri precedentemente indicati (escludendo quello del tubo forma che non viene impiegato) sono compresi nei relativi prezzi di offerta, resta stabilito che la loro lunghezza è determinata dalla quota di posa del plinto sino alla massima profondità accertata, in contraddittorio e con la stesura di un verbale di misurazione, al termine della fase di perforazione.

I pali di fondazione, sia infissi che costruiti in opera, potranno dalla D.L. essere ordinati con inclinazione fino a 20° rispetto alla verticale, senza dar luogo a maggiorazione di prezzo alcuna. Per inclinazioni superiori a 20° rispetto alla verticale, i pali verranno pagati con i relativi prezzi di offerta.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

Art. 24 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. 25 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. 26 **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. 1.4.1983 e successivi aggiornamenti emanati 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 richieda stogli dalla Direzione Lavori.

Se in occasione di tali controlli anche solo una delle due prove non fornisca 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 adatterà in terreni di granulometria grossolana (ghiaia, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della miscela iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera del tirante sarà assicurato 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 adatterà in terreno di qualunque natura caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 5000 kg/cm².

L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive fino a ottenere pressioni di iniezioni residue di 8-15 kg/cm², 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 (Claquage); al termine si effettuerà un lavaggio con acqua dell'interno dei tubi.
- 3) Avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione osservando gli stessi limiti di volume e di pressione stabiliti al punto 2), per le sole valvole in cui con le operazioni descritte alla fase 2) non si abbiano raggiunti tali limiti.

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

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

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

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

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

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

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_0 (pari a $0.1 N_q$) fino al valore della 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_0 , 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:

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

in cui l_L è data in prima approssimazione dalle espressioni:

$$l_L = \frac{\Delta l A_s E_s}{N_c - N_0} \quad (\text{prova a carico costante})$$

$$l_L = \frac{\Delta h A_s E_s}{(N_c - \Delta N') - N_0} \quad (\text{prova ad allungamento costante})$$

- 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

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

in cui l_L è data in prima approssimazione dalle espressioni:

$$l_L = \frac{\Delta l A_s E_s}{N_c - N_0} \quad (\text{prova a carico costante})$$

$$l_L = \frac{\Delta h A_s E_s}{(N_c - \Delta N') - N_0} \quad (\text{prova ad allungamento costante})$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Art. 27 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.

Art. 28 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.

Addossata 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 perché 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. 29 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 bentonitici, 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 scopertura 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. 30 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 ton/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. 31 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. 32 FONDAZIONI CON CASSONI

1. **Norme generali:** Per le fondazioni con cassoni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 e s.m.. 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/mm².

2. **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.

3. **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.

PARTE IV° **OPERE D'ARTE**

Art. 33

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 150, 200, 250, 300, 400, 500.

Per quanto riguarda le specifiche tecniche dei materiali costituenti il cls, la sua composizione, le proprietà del cls fluido ed indurito, i metodi per la produzione, il trasporto, la consegna, il getto, la stagionatura, le procedure di controllo e la verifica delle proprietà, si intende assunto quale riferimento normativo la norma UNI 9858/91 e s.m..

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 sarà fissata dalla Direzione dei lavori a seconda della temperatura e del groviglio dei ferri senza che ciò comporti il riconoscimento di maggiori compensi per l'appaltatore.

Dopo l'esecuzione del getto è necessario evitare un rapido essiccamento proteggendo il getto dal sole e dal vento, tramite una continua bagnatura o altri accorgimenti per almeno 7 giorni.

Trascorsi 30 giorni dal getto, l'Impresa, senza compenso speciale, dovrà, alla presenza e sotto la sorveglianza della Direzione dei lavori, provvedere alla prova dei ponti, rispettivamente archi, solette, nervature, travi, mensole, ecc. e tutte quelle opere per cui detta prova è prescritta.

Durante la presa del calcestruzzo sono da evitare urti e vibrazioni.

Nelle murature l'Impresa è obbligata a lasciare le necessarie feritoie, nelle dimensioni e posizioni che verranno impartite dalla D.L. e ciò senza alcun compenso o sovrapprezzo.

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse dovute ad escursioni termiche, ritiro, ecc. Tali giunti vanno praticati a intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo conto della geometria della struttura. La larghezza, la tipologia e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla D.L., e dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa essendosi tenuto conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di offerta relativi alle singole classi di calcestruzzo.

Per le opere da costruirsi in conglomerato cementizio normale, armato e precompresso ed a struttura metallica l'Impresa dovrà attenersi a quanto disposto con la Legge 26 maggio 1965 n. 595 e Legge 5 novembre 1971 n. 1086 e relativi D.M. 3 giugno 1968 e D.M. 14 febbraio 1992 nonché, se necessario dal D.M. 14 maggio 1990 attinente ai ponti.

L'Impresa ha l'obbligo di presentarsi in ogni tempo alla prova dei materiali da costruzione impiegati e da impiegare provvedendo a tutte le spese di prelevamento e di rinvio dei campioni agli Istituti di prova che saranno indicati dalla D.L. e pagando le relative spese. Dei campioni può essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più atti a garantirne l'autenticità presso il Laboratorio di Prove Materiali della Provincia.

Art. 34

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. 9 gennaio 1996 operando, in particolare, sulla base delle norme UNI 6127-73 per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI 6130-72 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, UNI 6132-72 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

Ad integrazione di tali norme, la D.L. potrà ordinare Prelievi integrativi in modo da poter assoggettare uno o più provini a prove preliminari di accettazione nei laboratori di cantiere.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (Rck) 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 Rck inferiore a quello indicato sui calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L., ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o coi prelievi di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck 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 Rck 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 Rck risulterà maggiore di quella indicate negli elaborati progettati approvati dalla D.L..

Oltre ai controlli relativi alla Rck 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. 35

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. 9 gennaio 1996. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono previste dallo stesso D.M. 9 gennaio 1996 e s.m.

Art. 36

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. 37

CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisionali, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché 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 venire 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. 38

MURATURA IN PIETRA A SECCO

La ricostruzione, con parziale (o totale) demolizione, di muro di contenimento eseguito con pietrame sia in fondazione sia in elevazione, in opera a secco dovrà essere eseguita senza uso di leganti cementizi o idraulici, seguendo le tipologie di apparecchiatura, di lavorazione e di costruzione dei manufatti presenti in zona. Gli elementi lapidei saranno recuperati in loco sia dalla demolizione del muro che recuperati dai terreni circostanti e se ritenuti scarsi e non idonei saranno integrati con materiali lapidei provenienti da siti estrattivi o depositi edili, mantenendo le caratteristiche di forma e litologia.

Le operazioni dell'intervento consistono in una prima fase di sgombero e pulizia del crollo attraverso la separazione delle pietre dalla terra, selezione e stoccaggio in sicurezza delle pietre da riutilizzare, scavo meccanico e/o manuale fino ad ottenere un piano di fondazione su roccia o su terreno compatto – in tal caso di almeno 20 cm sotto il piano di calpestio; preparazione del piano di fondazione con pendenza verso il terrapieno perpendicolare all'angolo di inclinazione del muro; costruzione di calandre in legno per rispettare l'allineamento e l'inclinazione del paramento esterno (minimo 10%).

La fase successiva comporta la realizzazione della fondazione, con l'uso di pietre scelte fra quelle di maggiore dimensione e posate per il lato di maggior sviluppo; costruzione in elevazione di un paramento esterno e di uno interno (contromuro) – con inserimento di elementi di collegamento (diatoni se passanti, semidiatoni se non totalmente passanti) in ragione di almeno uno al metro, in senso orizzontale e verticale – in cui la posa in opera delle pietre e la stabilizzazione delle stesse viene realizzata con l'incrocio e il bloccaggio delle une con le altre; chiusura, compensazione, equilibratura e intaso di tutti gli interstizi e vuoti attraverso l'uso di pietre più minute e scaglie di lavorazione, il tutto per garantire la massima stabilità e il minor movimento dei conci in fase costruttiva; durante la costruzione si avrà cura di evitare l'allineamento verticale dei giunti oltre che sulla parte visibile del muro anche nella struttura interna e nel paramento interno, questo per garantire il maggior attrito interno e l'ingranamento della struttura oltre che la resistenza meccanica della stessa.

In chiusura al manufatto, le pietre di coronamento sono scelte tra quelle di maggior dimensione e/o larghezza. Il vuoto retrostante al muro accoglie pietrisco e scarti di lavorazione per un drenaggio efficace che eviti la penetrazione della terra nel corpo del muro.

La ricostruzione dell'opera a secco dovrà essere eseguita con l'ausilio di un *costruttore esperto qualificato* responsabile della posa in opera e delle regole di dimensionamento.

Art. 39

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 pressoché regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate coi 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 pressoché 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 pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

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

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

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

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

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

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

Art. 40 **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, né 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 né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né 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. 41

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, né 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 profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavature.

Art. 42

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. 43

INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

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

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

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

1. **Intonaci eseguiti a mano:** Nella esecuzione di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (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.

2. **Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite):** Prima di applicare l'intonaco l'impresa avrà cura di eseguire, mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

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

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

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

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

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice. Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

3. **Applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo:** Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

Art. 44

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 il volto 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 risultarne 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. 45

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. 46

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. 47

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 connessure 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. 48 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. 49 STRUTTURE IN ACCIAIO

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla circolare n. 7091, emessa dal Consiglio Superiore del LL.PP. in data 4 settembre 1970 e s.m. relativa alle norme per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali in acciaio, dal D.M. 4 maggio 1990 e dal D.M. 09/01/1996 e s.m..

1. **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. 09/01/1996.

2. **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.

3. **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 sovrasolicitate.

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. sopracitato, si dovrà provvedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

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

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

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

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 04/05/1990 e s.m. e 0901/1996 e s.m..

Art. 50 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. 9 gennaio 1996 e s.m. 'Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche' ed alle 'istruzioni per il calcolo degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni', C.N.R. - U.N.1. 1001 8-72-85.

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 preregolato sempre secondo le disposizioni di progetto.

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

Art. 51 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. 52 IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI DI PONTI E VIADOTTI

1. **Guaine bituminose armate con non tessuti in poliestere**

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

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

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

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

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

Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 4-5 mm, dei quali 2-3 mm 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, minurati con le modalità descritte nel seguito per il primer).

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

Le caratteristiche della massa bituminosa saranno le seguenti:

M1 - punto di rammollimento P. e A. (°C) 130 - 140

M2 - punto di rottura Fraas (°C) - 15

M3 - penetrazione (dmm) (con peso di 100 gr) a 25°C 20 ÷ 30

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

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

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

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

Le caratteristiche dell'armatura dopo tale condizionamento saranno:

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

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

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

Per impalcati con irregolarità superficiali superiori al centimetro sotto regolo di 1 m saranno usate armature più pesanti, fino a 450 gr/mq. L'utilizzazione di guaine di peso diverso dal minimo prescritto dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.

La presenza di non tessuti di peso inferiore ai 300 gr/mq comporterà l'eliminazione della guaina (punti 10).

Le armature dovranno inoltre avere:

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

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

La guaina completa (preformata o costruita in laboratorio) avrà le seguenti caratteristiche:

posizione asimmetrica dell'armatura (anche quella di tipo misto) rispetto la 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 ton-

dino 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/cmq, in permeametro, a 60°C, per 5 ore, anche nelle zone di giunto.

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

- n. 1 rotolo di guaina preformata;

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

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

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

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

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

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

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

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

La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della 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/mq. 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.

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

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

2. **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 risvolto 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 interessante 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 bocciardatura, sabbiatura, 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

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

2.2.2 **Primer per membrana impermeabile:** avrà composizione bicomponente poliuretanica senza solventi e compatibile con fondi umidi, massa volumica pari a 1.16 gr/cm², viscosità di 2400 c.p e sarà steso con un consumo non inferiore a 300 gr/m².

2.2.3 **Membrana impermeabilizzante ciclo "B" e "B1":** sarà costituita da un elastomero 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 "B": 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

2.2.4 **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.

- 2.2.5 **Strato di irruvidimento:** dovrà essere costituito da graniglia di natura silicea con granulometria 115 essicato e confezionato in sacchi cosparso in una quantità non inferiore a 1.00 Kg/m².
- 2.2.6 **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.

PARTE V°

MASSICCIATA O STRATO DI BASE

Art. 53

MASSICCIATA O STRATO DI BASE:

MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA

1. **Massicciata:** La massicciata consta di due parti nettamente distinte e precisamente:
- 1) del sottofondo;
 - 2) dell'inghiaia.
- Il sottofondo sarà costituito da due guide longitudinali ai margini della carreggiata e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di 15 m eseguite accuratamente con pietre calcaree porfiriche o granitiche di appropriate forme e dimensioni formanti dei riquadri da riempirsi con scapoli calcarei, granitici o porfirici di adatte dimensioni, assestati a mano, bene accostati fra loro con i vani e gli interstizi riempiti mediante scaglie, pietrisco e ghiaietta ben battuti fino ad ottenere un insieme ben chiuso e piano alla superficie in modo che la ghiaia od il brecciame, che verrà in seguito disteso sopra allo stesso, non possa penetrare in detti interstizi o vani in modo che sopra il solo sottofondo possano comodamente circolare autoveicoli e carri.
- La massicciata è 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, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
 - granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

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

- rapporto tra il passante al setaccio 0.075 ed il passante al setaccio 0.4 inferiore a 2/3;
 - perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- Il valore del modulo di compressibilità Me, misurato con il metodo di cui all'art. 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).
2. **Cilindratura della massicciata:** verrà realizzata con rullo compressore a motore del peso di 16 t.
- Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà una velocità oraria uniforme non superiore a Km 3.
- Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.
- I compressori saranno forniti a 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.

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

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

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

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

Qualunque sia il tipo di cilindratura, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o le tratte da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrate in genere 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.

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 cilindrate 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 congruare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazioni di pavimentazioni di altri tipi (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindrata.

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

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

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

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

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

poi ricevere il trattamento, con opportuno mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massiciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massiciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 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 massiciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, all'uopo prescritte nell'articolo apposito; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento di penetrazione.

3. **Strato di base stradale:** Lo strato di base stradale può sostituire in alternativa la massiciata stradale.

In tal caso risulta 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 :

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 :

Lo spessore dello strato sarà stabilito di volta in volta dalla D.L..

Il lavoro sarà eseguito come segue:

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

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

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

PARTE VI° **CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Art. 54

PIETRISCHI, PIETRISCHETTI, SABBIA, ADDITIVI

Si fa riferimento alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" contenute nel fascicolo 4 del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Commissione di studio dei materiali stradali, anno 1953, qui di seguito riportate nelle parti che più interessano il presente capitolato.

CAPO I

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Requisiti per la caratterizzazione e per l'accettazione

Art. 1

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Definizioni

Pietrisco: è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 UNI 2334 e trattenuto da quello 25 UNI 2334.

Pietrischetto: è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 UNI 2334 e trattenuto da quello 10 UNI 2334.

Graniglia: è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 UNI 2334 e trattenuto dal setaccio 2 UNI 2332.

Sabbia: è il materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, definito come dimensioni dal successivo art. 2.

Additivo: è il materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 UNI 2332, che si aggiunge ai leganti bituminosi e alle miscele di questi leganti con aggregati litici (conglomerati bituminosi) allo scopo di conferire particolari caratteristiche ai prodotti che ne derivano.

Nei conglomerati il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia costituiscono l'aggregato grosso; la sabbia, costituisce l'aggregato fine.

Art. 2
(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Caratteristiche di dimensioni e forma

Le pezzature normali dei materiali definiti all'art. 1 sono le seguenti:

Tabella I - pezzature normali			
	TRATTENUTO DAL	PASSANTE AL	
pietrisco	40-71	crivello 40 UNI 2334	crivello 71 UNI 2334
pietrisco	40-60	crivello 40 UNI 2334	crivello 60 UNI 2334
pietrisco	25-40	crivello 25 UNI 2334	crivello 40 UNI 2334
pietrischetto	15-25	crivello 15 UNI 2334	crivello 25 UNI 2334
pietrischetto	10-15	crivello 10 UNI 2334	crivello 15 UNI 2334
graniglia	5-10	setaccio 5 UNI 2334	crivello 10 UNI 2334
graniglia	2- 5	setaccio 2 UNI 2332	crivello 5 UNI 2334
sabbia		setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332
additivo			setaccio 0,075 UNI 2332

Pezzatura normale per la manutenzione delle massicciate all'acqua è anche l'assortimento 15-30, vale a dire il frantumato passante per il crivello 30 UNI 2334 e trattenuto dal crivello 15 UNI 2334.

Le sabbie da impiegarsi nei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2229. I committenti hanno facoltà di richiedere assortimenti di dimensioni diverse da quelle sopra precisate.

Le granulometrie degli aggregati da impiegare per conglomerati vengono definite dalle corrispondenti norme per l'esecuzione delle pavimentazioni.

Per ogni pezzatura di pietrischi, pietrischetti e graniglie è ammessa come tolleranza una percentuale in peso non superiore al 10% di elementi di dimensioni maggiori del limite superiore e al 10% di elementi di dimensioni minori del limite inferiore della pezzatura stessa. In ogni caso gli elementi non compresi nei limiti della spezzatura devono rientrare per intero nei limiti della pezzatura immediatamente superiore od inferiore. Per il pietrisco 40-71, per il quale non è stabilita una pezzatura superiore, gli elementi devono interamente passare al crivello di mm 100; per la graniglia 2-5 gli elementi devono passare al crivello 7,1 UNI 2334 ed essere trattenuti al setaccio 0.40 UNI 2332.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto rispettivamente sul crivello 7,1 UNI 2334 o sul setaccio 2 UNI 2332, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si deve avere più del 5% di elementi passanti al setaccio 0,075 UNI 2332. Negli additivi è ammessa la percentuale massima del 15% di materiale trattenuto dal setaccio 0,075 UNI 2332. Tutto il materiale deve tuttavia passare al setaccio 0,18 UNI 2332. Almeno il 50% del materiale deve avere dimensioni inferiori a 0.05 mm.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, ottenuti per frantumazione di pietrame, devono avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nelle varie direzioni e quindi forma nè molto allungata nè appiattita; se ottenuti per frantumazione di ciottoli o di ghiaie, devono presentare nei singoli elementi predominanza di superfici derivanti da frantumazione rispetto a quelle arrotondate, ed avere una forma molto allungata o appiattita.

Per ciascuna pezzatura di tali materiali l'indice dei vuoti, da determinarsi con le modalità di cui all'art. 13 non deve superare il valore 1.

Art. 3
(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Requisiti di caratterizzazione e di accettazione dei pietrischi

I pietrischi, come precisato nell'art. 1, possono provenire da frantumazione di pietrame oppure di ciottoli; la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione.

I pietrischi, qualunque sia la loro destinazione di impiego, devono essere costituiti da materiali sostanzialmente uniformi e compatti e non devono contenere parti comunque alterate. Le dimensioni e la forma devono corrispondere ai requisiti dell'articolo 2.

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione si distinguono le categorie di pietrischi di cui alla tabella II.

Tabella II - Requisiti di caratterizzazione e di accettazione dei pietrischi (Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

	CATEGORIE DEI PIETRISCHI		
	I	II	III
Requisiti di caratterizzazione e di accettazione:			
coefficiente di qualità (Deval): minimo	12	10	10
coefficiente I.S.S. (1): minimo	4	4	4
Requisiti di sola caratterizzazione			
resistenza alla compressione in kg/cm ² :			
minima	1.200	---	1.200
resistenza alla usura: minima	---	---	0,6

Per la caratterizzazione dei pietrischi è inoltre opportuna la determinazione delle porosità della roccia per poter escludere quei materiali che presentino porosità superiore al 3%. Per particolari impieghi il Direttore dei lavori potrà ammettere materiali con porosità anche superiore al 3% qualora i risultati delle altre prove diano la sicurezza di sufficienti resistenze meccaniche.

Nelle zone soggette a prolungato gelo si deve altresì accertare in via preliminare la non gelività del materiale secondo le norme dell'art. 23.

Il pietrisco da impiegare per la costruzione delle massicciate all'acqua, deve inoltre avere requisito di accettazione un potere legante non inferiore a 30.

Art. 4

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Requisiti di caratterizzazione e accettazione dei pietrischetti e delle graniglie

I pietrischetti e le graniglie, come precisato nell'art. 1, possono provenire da frantumazioni di pietrame di ciottoli o di ghiaie; la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione. Essi, qualunque sia la loro destinazione d'impiego, devono essere costituiti da materiali sostanzialmente uniformi e compatti e non devono contenere parti comunque alterate. Le dimensioni e la forma devono corrispondere ai requisiti dell'art. 2.

Agli effetti dei requisiti di accettazione e di caratterizzazione, si distinguono le categorie di pietrischetti e graniglie di cui alla tabella III:

Tabella III - Requisiti di caratterizzazione e accettazione dei pietrischetti e delle graniglie

	CATEGORIE DEI PIETRISCHETTI E DELLE GRANIGLIE					
	I	II	III	IV	V	VI
REQUISITI DI CARATTERIZZAZIONE E DI ACCETTAZIONE						
coefficiente di frantumazione: massimo	120	130	140	140	140	160
perdita per decantazione: percentuale massima	1	1	1	1	1	1
REQUISITI DI SOLA CARATTERIZZAZIONE						
resistenza alla compressione in kg/cm ² minima	1400	---	1400	1200	---	---
resistenza alla usura: minima	0,8	---	0,8	0,6	---	---

I pietrischetti e le graniglie da impiegare per la formazione di conglomerati devono essere costituiti da materiali aventi il coefficiente di imbibizione inferiore a 0,008. Si possono tuttavia impiegare pietrischetti e graniglie aventi coefficienti di imbibizione superiori, sino a un massimo di 0,015 purchè si tenga conto di tali più elevati coefficienti nella dosatura: del legante, per i conglomerati a base di catrami o di bitumi, e dell'acqua per i conglomerati cementizi.

Art. 5

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Requisiti di accettazione delle sabbie

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione.

Le sabbie in ogni caso devono essere dure, vive, aspre al tatto; avere dimensioni e forma corrispondenti ai requisiti dell'art. 2 e presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

Le sabbie da usare in miscela con leganti idraulici, devono essere esenti da sostanze organiche e da solfati; non possono essere impiegate sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acquadolce. Si applicano inoltre le norme di cui all'art. 6 del R.D. 16 novembre 1939, n. 2229: "La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive".

Art. 6

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Requisiti di accettazione degli additivi

Gli additivi provengono in generale da macinazione di rocce. Sono ammessi anche i cementi, purchè di finezza corrispondente a quella indicata all'art. 2.

Gli additivi possono contenere anche leganti bituminosi, purchè prima dell'impiego risultino completamente disgregati e corrispondenti per finezza a quanto indicato all'art. 2.

Art. 7
(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Caratteristiche del materiale rispetto all'impiego

Per la scelta del materiale nei riguardi dell'impiego si indicano i seguenti criteri di massima:

- per le **massicciate** (macadam) all'acqua si prevede di norma, e particolarmente per traffici piuttosto intensi e comprendenti veicoli pesanti, il pietrisco della cat. I; negli altri casi al fine di utilizzare i materiali locali, potrà essere usato anche il pietrisco della cat. II;
- per le **massicciate** (macadam) da proteggere con semplice trattamento superficiale, si deve inoltre, di norma, evitare nello strato superficiale l'impiego di pietrisco idrofilo;
- per i **trattamenti superficiali** si usano, di norma, e particolarmente per traffici pesanti, come materiale di copertura, pietrischetti e graniglie della categoria I e II; per traffici medi possono essere impiegati anche pietrischetti o graniglie della cat. V; per traffici molto leggeri, nell'intento di utilizzare materiali locali, possono essere impiegati pietrischetti e graniglie della cat. VI. Si deve evitare, di norma, l'impiego di materiali idrofili;
- per i **trattamenti di irruvidimento** si impiegano pietrischetti e graniglie della cat. I che dovranno essere non idrofili;
- per i **conglomerati bituminosi dei manti in superficie**, si impiegano, di norma, e particolarmente per traffici intensi e pesanti, pietrischetti e graniglie della cat. I, II e III; per gli altri traffici si possono anche impiegare pietrischetti e graniglie della cat. IV. Le sabbie da impiegare per i conglomerati chiusi devono essere di norma di natura prevalentemente silicea o silicatica;
- per conglomerati bituminosi aperti dei manti in superficie, allo scopo di utilizzare materiali locali, si possono impiegare anche pietrischetti e graniglie delle cat. V e VI, purchè non idrofili;
- per **conglomerati bituminosi degli strati inferiori nei manti a doppio strato** possono essere usati pietrischetti e graniglie anche delle cat. V e VI;
- per i **conglomerati cementizi** si impiega di norma il pietrisco della cat. III; pietrischetti e graniglie, se non provengono dalla frantumazione della roccia da cui è ricavato il pietrisco, devono rispondere almeno ai requisiti della categoria V. La sabbia, che per granulometria ed altre caratteristiche risponderà alle prescrizioni di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2229, dovrà essere, di norma, di natura prevalentemente silicea o silicata.

CAPO II
(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Prelevamento di campioni

Omissis

CAPO III - METODI DI PROVA
(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
(Elenco schematico delle prove)

Art. 10	Preparazione dei provini	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 11	Analisi granulometrica	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 12	Peso specifico reale	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 13	Indice dei vuoti di pietrischetti e graniglie	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 14	Coefficiente di imbibizione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 15	Porosità	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 16	Coefficiente di qualità	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 17	Coefficiente I.S.S.	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 18	Potere legante	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 19	Coefficiente di frantumazione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 20	Perdita per decantazione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 21	Idrofilia	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 22	Resistenza alla compressione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 23	Gelività	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 24	Resistenza all'usura	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Art. 55
EMULSIONI BITUMINOSE- CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO

Si fa riferimento alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al fascicolo 3/1958 Consiglio Nazionale delle Ricerche - Commissione di Studio delle norme di accettazione dei materiali stradali, qui di seguito riportata nelle parti che più interessano il presente capitolato.

CAPO I
(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)
Caratteristiche per l'accettazione

Art. 1
(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)
Definizione e premesse

Le emulsioni bituminose sono dispersioni di bitume in acqua o di acqua in bitume.
Le presenti norme si riferiscono alle emulsioni per usi stradali, preparate con bitumi di petrolio, e non si applicano alle emulsioni a reazione acida e a quelle preparate con bitumi liquidi.
La classificazione delle emulsioni è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse.

Art. 2
(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)
Requisiti di accettazione

		E M U L S I O N I						
		a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura	
		ER 50	ER 55	ER 60	EM 55	EM 60	EL 55	EL 60
1) COMPOSIZIONE								
a)	contenuto in peso di bitume puro, minimo %	50	55	60	55	60	55	09
b)	contenuto in peso di emulsivo secco e di stabilizzazione %	1	1	1	2	2	2,5	2,5
2) CARATTERISTICHE FISICHE:								
a)	indice di rottura	maggiore di 0,9			compreso fra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	
b)	trattamento sul setaccio con tela 0,4 UNI 2331, massimo %	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
c)	omogeneità massimo %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
d)	sedimentazione:							
- a 3 giorni, massimo	mm	4	4	4	4	4	4	4
- a 7 giorni, massimo	mm	10	10	10	10	10	10	10
e)	stabilità a 7 gg massimo %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
f)	stabilità a due mesi mass. %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
g)	stabilità al gelo massimo %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
h)	viscosità Engler a 20°C							
	minimo °E	2,5	4,5	6	4,5	6	4,5	6
	massimo °E	15	15	18	15	18	15	18
i)	adesione minima							
- provini asciutti	kg/cm²	3	3	3	3	3	3	3
- provini bagnati	kg/cm²	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
3) CARATT. DEL LEGANTE ESTRATTO								
a)	penetraz. (a 25°C) mass. dmm	200	200	200	200	200	200	200
b)	duttilità (a 25°C) min. cm	70	70	70	70	70	70	70
c)	solubilità in CS2 minimo %	99	99	99	99	99	99	99
d)	punto di rammollimento mass. °C	42	42	42	42	42	42	42
e)	punto di rottura massimo °C	- 14	- 14	- 14	- 14	- 14	- 14	- 14

CAPO II
(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)
PRELEVAMENTO DEI CAMPIONI

Omissis

CAPO III
(Fasc. n. 3/1958 del C.N.R.)
METODI DI PROVA

Omissis

ELENCO SCHEMATICO

Art. 4 Osservazione del campione

Art. 5 Preparazione
 Art. 6 Contenuto di bitume
 Art. 7 Contenuto di emulsivo secco
 Art. 8 Indice di rottura
 Art. 9 Trattenuto su setaccio UNI 2331
 Art. 10 Omogeneità
 Art. 11 Sedimentazione
 Art. 12 Stabilità a 7 giorni
 Art. 13 Stabilità a 2 mesi
 Art. 14 Stabilità al gelo
 Art. 15 Viscosità
 Art. 16 Adesione a pietre
 Art. 17 Estrazione del bitume
 Art. 18 Caratteristiche del bitume estratto
 Art. 19 Percentuale di acqua inoltre:
 Dal B.U. del CNR anno XVIII pt. IV n. 99 p. 3-15 del 29 maggio 1984:
 Art. 20 Determinazione della polarità delle particelle di bitume.

Art. 56

BITUMI - CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO

Si fa riferimento alle norme del Consiglio Nazionale Ricerche - Commissione Studio materiale stradale contenente le "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali", n. 68 Anno VII 23 maggio 1978 qui di seguito riportate nelle parti più significative;

CARATTERISTICHE PER L'ACCETTAZIONE DEI BITUMI PER USI STRADALI (Fasc. n. 68/1978 del C.N.R.)

1. Definizione

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

Le presenti norme si riferiscono ai bitumi semisolidi ottenuti dalla raffinazione di greggi petroliferi ed impiegati per usi stradali; tali bitumi sono contraddistinti da una sigla costituita dalla lettera B e dall'intervallo di penetrazione che caratterizza ciascuna classe.

2. Requisiti di accettazione

I bitumi semisolidi per usi stradali devono soddisfare i requisiti di accettazione indicati nella Tabella 1.

La presente norma sostituisce quanto riportato nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" C.N.R., Fascicolo n. 2 1951, Capo I "Caratteristiche per l'accettazione".

Tabella 1
(Fasc. n. 68/1978 del C.N.R.)

CARATTERISTICHE		BITUMI SEMISOLIDI PER USI STRADALI				
		B 40/50	B 50/70	B 80/100	B 130/150	B 180/220
Penetrazione a 25 °C	dmm	40-50	50-70	80-100	130-150	180-220\
Punto di rammolimento (palla e anello)	°C	51-60	47-56	44-49	40-45	35-42
Punto di rottura (Fraass), massimo	°C	- 6	- 7	- 10	12	- 14
Duttilità a 25 °C, minima	cm	70	80	100	100	100
Solubilità in solventi organici, minima	%	99	99	99	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità):						
- a 163 °C, massima	%	--	--	0,5	1	1
- a 200 °C, massima	%	0,5	0,5	--	--	--
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore espresso in percentuale di quello del bitume originario, minimo	%	60	60	60	60	60
Punto di rottura del residuo della prova di volatilità, massimo	°C	- 4	- 5	- 7	- 9	- 11
Contenuto di praffina, massimo	%	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25/25 °C		1,00-1,00	1,00-1,10	1,00-1,07	1,00-1,07	1,00-1,07

Nella presente norma viene applicato il Sistema internazionale di unità (SI) - ved. Norma CNR - UNI 10003-74. In particolare, lo stesso numero che esprime il peso nel Sistema Tecnico, prima in uso, esprime la massa nel Sistema SI.

Art. 57

CONGLOMERATI BITUMINOSI

- a) Le norme e prescrizioni sulle composizioni e caratteristiche dei conglomerati bituminosi sono riportate nelle tabelle n. 1, n. 2, n. 3 e n. 4, riportate alla fine della "PARTE II", art. 15 del presente Capitolato.
- b) Le percentuali riportate nelle singole tabelle sono da riferirsi al peso dell'aggregato secco.
- c) Il peso di 1 mc. di conglomerato bituminoso soffice si considera di kg. 1750.
- d) Le variazioni tollerate nei reciproci rapporti fra i componenti le varie miscele, risultano specificate dal fuso granulometrico presente nelle tabelle sopra riportate.
- e) La quantità di bitume è prescritta come percentuale del peso dell'inerte secco ed è tollerata una variazione della suddetta quantità del più o meno 10% come è meglio specificato nel sotto riportato esempio:

bitume previsto	6%
tolleranza 10% del 6% =	0,60%
bitume minimo da impiegare	5,40%
bitume massimo da impiegare	6,60%

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.

- f) Il bitume sarà di norma del tipo a penetrazione 80-100 salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.
- g) 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.

h) **Preparazione**

I conglomerati bituminosi verranno preparati con idonei impianti, atti ad assicurarne la migliore confezione.

Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato vanno condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione non deve diminuire di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Per qualsiasi controllo od accertamento riguardanti i materiali ed il modo di confezione degli impasti, gli addetti della D.L., avranno libero accesso nei cantieri di preparazione dei conglomerati.

i) **Posa in opera di conglomerati**

I conglomerati dovranno essere portati sul luogo d'impiego a temperatura non inferiore ai 120°C.

La stesa sarà preferibilmente fatta con finitrici meccaniche idonee a realizzare gli spessori prescritti, compensando eventuali irregolarità del piano di posa.

Ad evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote dei rulli, si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindatura procederà dai bordi della strada verso la mezzzeria, i primi passaggi alla minima velocità per evitare ondulazione e fessurazioni e dovrà essere condotta, oltre che in senso longitudinale, anche obliquo e possibilmente trasversale.

A costipazione finita la percentuale dei vuoti dovrà rientrare nei limiti riportati nelle tabelle n. 1, n. 2, n. 3 e n. 4.

I conglomerati dovranno avere una elevata resistenza meccanica; il valore della stabilità e scorrimento Marshall (prova ASTM D 1559) eseguita a 60°C. su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia dovrà rientrare nei limiti riportati nelle tabelle n. 1, n. 2, n. 3 e n. 4.

Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei bordi che dovranno essere finiti, se del caso con battitura mediante pestelli a mano a base rettangolare opportunamente riscaldati.

A pavimentazione finita i manti dovranno presentare superficie molto regolare e corrispondente alle livellette prescritte. Non saranno tollerate irregolarità o ondulazioni superiori ai 5 mm. misurate utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di m. 3 appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

Art. 57 bis

CONGLOMERATO BITUMINOSO D'USURA ANTISDRUCCIOLO TIPO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchio SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato.

Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, è composto da una curva abbastanza discontinua i cui vuoti vengono però riempiti da un mastice di bitume modificato in modo Hard e filler che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un'aspetto superficiale molto rugoso.

Inoltre dovranno essere usati su richiesta della D.L. idonei prodotti chimici attivanti l'adesione dei bitumi costituiti da composti azotati di natura e complessità varia.

COMPOSIZIONE

A. INERTI

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchio SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR-BU n° 139/1992.

B. AGGREGATO GROSSO (frazione > 4 mm.)

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie di provenienza basaltica o porfirica, aventi forma poliedrica a spigolo vivo, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato = 100%

- perdita in peso Los Angeles LA	(CNR-BU n° 34/1973)	< 18 %
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA	(CNR-BU n° 140/1992)	> 0,45
- coefficiente di forma "Cf"	(CNR-BU n° 95/1984)	< 3
- coefficiente di appiattimento "Ca"	(CNR-BU n° 95/1984)	< 1,58
- sensibilità al gelo	(CNR-BU n° 80/1980)	< 20 %
- spogliamento in acqua a 40° C	(CNR-BU n° 138/1992)	= 0 %

C. AGGREGATO FINO (frazione < 4 mm.)

L'aggregato fino, sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita di peso Los Angeles LA	(CNR-BU n° 34/1973 - Prova C)	< 25%
- equivalente in sabbia ES	(CNR-BU n° 27/1972)	> 70%

D. FILLER (additivo minerale)

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova CNR-BU n° 23/1971 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI n. 0,42	passante in peso a secco	100%
" n. 0,18	" " " " "	95%
" n. 0,075	" " " " "	90%

- più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,075 deve passare a tale setaccio anche a secco.

- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei limiti granulometrici del fuso di tab. A allegata.

Composizione granulometrica indicativa per USURA ANTISDRUCCIOLO SMA

Setaccio ASTM	Apertura maglie (mm.)	Passante totale in peso %
3/4"		100
1/2"	12,5	95 - 100
3/8"	9,52	65 - 95
1/4"	6,35	40 - 60
n° 4	4,76	30 - 50
n°10	2,00	20 - 30
n°40	0,42	12 - 22
n°80	0,177	9 - 19
n°200	0,074	8 - 13

E. - LEGANTE

Il legante bituminoso per il confezionamento del conglomerato di usura antisdrucchio SMA, dovrà essere bitume con penetrazione 30/50 o 50/70 modificato in modo " Hard" con polimeri di natura elastoplastica SBS in ragione del 6% del peso del bitume, avente le caratteristiche di cui alla tabella B.allegata.

Il tenore di bitume dovrà essere al 6% riferito al peso degli aggregati.

Rapporto filler/bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura antisdrucchio SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti nella tabella seguente.

requisiti del conglomerato per USURA ANTISDRUCCIOLO (SMA)	unità di misura	Valori	Norma di rif.
stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	kg	> 900	CNR-BU n° 30/73
rigidezza Marshall	kg/mm	> 300	CNR-BU n° 30/73
massa vol. delle carote indist.rispetto provini Marshall	%	> 95	CNR-BU n° 40/73
percentuale di vuoti residui	%	8 - 12	CNR-BU n° 39/73
resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25° C	kg/cmq	> 6	CNR-BU n° 134/91
coefficiente di aderenza trasversale (15-90 gg.)	CAT	> 0,55	CNR-BU n° 147/92
macrorugosità superficiale (15-180 gg.)	HS	> 0,6	CNR-BU n° 94/83
impronta con punzone da mmq 500	mm	< 2	CNR-BU n° 136/91

PRESCRIZIONI GENERALI

A .Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

- B. Per le percentuali di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quello progettuale superiore a + 10%. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.
- C. Le prove di laboratorio riguardanti la curva granulometrica, la percentuale di bitume, stabilità e resistenza Marshall sono obbligatorie; le altre prove sono a discrezione della D.L.
- D. La D.L. provvederà alla verifica preventiva all'impianto degli inerti e delle caratteristiche degli stessi approvandone l'utilizzo.
- E. Nella confezione del conglomerato bituminoso SMA potrà essere richiesta dalla D.L. l'impiego di speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.
 Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.
 Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.
 Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da kg. 0,3 a kg. 0,6 per ogni 100 kg. di bitume).
 L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà avvenire in presenza della D.L. e dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.
- F. L'impresa dovrà assicurare la disponibilità dell'impianto per l'esecuzione di campionature presso la propria sede, la disponibilità alla verifica giornaliera delle curve granulometriche e alla modifica delle stesse nonché apportare variazioni nella formula del conglomerato a richiesta della D.L.
- G. L'impresa dovrà avere la disponibilità di idonea attrezzatura con impianto di stoccaggio e confezionamento strutturato per l'utilizzo di bitume modificato.

Art. 58

MALTE DA SIGILLO PER FESSURAZIONI

Per riparazione di fessurazioni si userà una miscela di sabbia fine, filler ed emulsione bituminosa al 55%.
 Lo spessore del trattamento sarà di 3-4 mm. Il tratto di strada così sigillato dovrà rimanere chiuso al traffico per almeno 3 ore.

Art. 59

ESECUZIONE DEI LAVORI

I lavori sono descritti nelle varie voci dell'Elenco Prezzi; in aggiunta si precisa:

- a) prima di procedere alla pavimentazione bituminosa si dovrà accertare l'idonea ed omogenea resistenza specifica del sottofondo, adottando se del caso - quei provvedimenti che saranno indicati dalla D.L.;
- b) analoghi accertamenti e provvedimenti saranno da prendere nei confronti di filtrazione d'acqua da monte o dal basso;
- c) la superficie da pavimentare dovrà essere assolutamente pulita, in difetto del chè, si dovrà provvedere con soffiatori, lavaggi, ecc.;
- d) la condizione di cui al punto c) è particolarmente importante quando si esegua una pavimentazione con più strati intervallati nel tempo;
- e) tutti i materiali terrosi provenienti dalla scarifica dovranno essere completamente allontanati dalla sede stradale e non è consentito il loro impiego per riempimenti di avvallamenti;
- f) la sagoma della pavimentazione finita sarà:
 - 1/70 di monta rispetto alla larghezza del piano viabile;
 - 10% sopraelevazione curve con raggio inferiore ai 50 m. o quella che sarà prescritta all'atto esecutivo dalla D.L..
- g) la cilindratura dei ricarichi di pietrisco o di conglomerato bituminoso sarà fatta con rulli idonei in modo da ottenere la massima costipazione, osservando che nel caso sia impiegato solo pietrisco venga interessata una zona di banchina di almeno 20 cm. e che nei successivi passaggi vi sia una sovrapposizione nelle strisce di circa 20 cm.

Art. 60

MISURE

- a) **Misure** - La determinazione del quantitativo e tipo di pietrisco impiegato per ricariche generali o parziali o di conglomerato bituminoso per il livellamento di avvallamenti, raccordi, sopraelevazioni ecc., sarà fatta dalla D.L. con misura diretta sui mezzi che trasportano tale materiale sul luogo d'impiego. L'emulsione bituminosa verrà pure valutata all'arrivo sui recipienti che la contengono (autocisterne, fusti). Lo spessore delle pavimentazioni verrà misurato a compressione avvenuta di ciascun strato e globalmente alla fine del lavoro.
 Peraltro potrà essere annotato il volume dei vari conglomerati arrivati in Cantiere misurandoli sul mezzo di trasporto prima della distesa.
 La misurazione della pavimentazione seguirà secondo quanto specificato nei singoli articoli dell'Elenco Prezzi.

- b) **Registro dei controlli** - Premesso che tutte le misurazioni, accertamenti, prelievi, vanno effettuati in contesto con l'Impresa dalla Direzione Lavori, è in facoltà della stessa di tenere apposito registro dal quale risulti la data d'arrivo ed il quantitativo dei vari materiali (pietrischi, emulsione, conglomerati) arrivati in Cantiere, i prelievi di campioni per le prove, le misurazioni effettuate per stabilire lo spessore dei manti.

Art. 61

VERIFICHE E PROVE DI LABORATORIO

- a) Il controllo relativo all'osservanza delle norme tecniche di Capitolato che regolano la qualità e le caratteristiche tecniche dei materiali, è di competenza del Laboratorio Prove sui materiali della Provincia di Trento, situato in Via Sanseverino 145/1 in Trento, oppure, a discrezione del Direttore di questo Laboratorio, presso un altro Laboratorio Ufficiale delle Prove sui Materiali;
- b) A riguardo di quanto sopra gli addetti al Laboratorio 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 in contraddittorio con le parti interessate o, in mancanza di queste, alla presenza di due testimoni.
Gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di stesa dovranno facilitare l'opera di prelievo.
- c) Ai fini delle prescrizioni, delle valutazioni e delle detrazioni, il saggio prelevato diventa rappresentativo di una quantità fornita e/o posta in opera che viene chiamata "Superficie o fornitura di riferimento".
Essa equivale ad un'area di 10.000.- mq o ad una fornitura di 700 tonn..
In caso di superfici intermedie ai multipli di 10.000 mq. o 700 tonn., l'area della "superficie o fornitura di riferimento" corrisponderà in maniera proporzionale al numero dei saggi prelevati. In caso di superfici inferiori a 10.000 mq. o forniture inferiori a 700 tonn. si dovrà comunque prelevare un campione di conglomerato bituminoso che costituirà il saggio rappresentativo.
- d) Se le prove di Laboratorio daranno risultati non conformi alle prescrizioni, le prove potranno essere ripetute, a spese dell'Appaltatore, con il prelievo di altri due campioni, la cui ubicazione sarà scelta dalla D.L. entro l'area rappresentata dal primo saggio.
- e) Le detrazioni che si apporteranno al prezzo unitario, come più avanti specificato, saranno computate sulla "superficie o fornitura di riferimento" in proporzione al numero dei saggi non conformi alle prescrizioni.
- f) Le prove di Laboratorio, che di norma dovranno essere eseguite, consisteranno nella determinazione della:
- 1) percentuale di bitume
 - 2) analisi granulometrica e se del caso:
 - 3) spessori della pavimentazione in opera
 - 4) percentuale di vuoti
 - 5) stabilità Marshall
 - 6) scorrimento Marshall
 - 7) prova Los Angeles
- g) Qualora si dovessero riscontrare differenze tra quanto prescritto dal Capitolato e quanto riscontrato sui campioni prelevati, si dovranno apportare opportune detrazioni da applicare in percentuale, espressa in punti percentuali con due decimali, del prezzo unitario. Tali detrazioni dovranno essere comprese tra le tolleranze ammesse nelle prescrizioni contenute nelle "tabelle" allegate al Capitolato ed i limiti fissati come più avanti specificato.
- h) nel caso si riscontrassero più detrazioni relative al medesimo prezzo unitario, la detrazione totale da applicare corrisponderà alla somma aritmetica dei singoli punti percentuali accertati per ogni detrazione.

Art. 62

DETRAZIONI

a) PERCENTUALE DI BITUME

Se il contenuto di bitume riscontrato nel campione di conglomerato bituminoso non rientra nelle tolleranze ammesse nel Capitolato, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza tra la percentuale prescritta dal Capitolato, cioè quella indicata nelle "tabelle" senza tener conto della tolleranza del 10%, e la percentuale riscontrata sul campione. Questa differenza va elevata al quadrato, il risultato va moltiplicato per otto e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La suddetta detrazione inerente il contenuto di bitume è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio non supereranno i seguenti limiti oltre i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

- 1) Conglomerato bituminoso tipo "B" (Binder)
Contenuto di bitume minimo: 3,50%
Contenuto di bitume massimo: 6,50%
- 2) Conglomerato bituminoso tipo "C" (Tappeto)
Contenuto di bitume minimo: 4,00% Contenuto di bitume massimo: 8,00%
- 3) Conglomerato bituminoso tipo "D" (Tappeto)
Contenuto di bitume minimo: 4,00%
Contenuto di bitume massimo: 8,00%
- 4) Conglomerato bituminoso tipo "E" (Strato unico)
Contenuto di bitume minimo: 3,70%
Contenuto di bitume massimo: 7,30%

Esempio di calcolo della detrazione massima per il tappeto "D":

$6\% - 4\% = 2\%$; $2\% \times 2\% = 4\%$ $4\% \times 8 = 32,00\%$ di massima detrazione.

b) ANALISI GRANULOMETRICA

Se all'analisi granulometrica di una miscela riscontrata nel campione di conglomerato bituminoso farà riscontro una curva che esce dai limiti del fuso granulometrico previsto, sarà applicata la seguente detrazione:

Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci della serie ASTM n. 200, 80, 40, 20, 10, 4, 3/8", 1/2", 3/4", 1", ove si riscontra che la curva granulometrica è uscita dai limiti, sia superiore che inferiore, del fuso prescritto.

Si determina la differenza tra la percentuale prescritta dal Capitolato e la percentuale riscontrata sul campione, espressa con due decimali.

Si sommano tutte le differenze di percentuale corrispondenti ai vari setacci ove la curva è uscita dal fuso.

Il totale va elevato al quadrato, il risultato va moltiplicato per 0,015 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La suddetta detrazione è ammessa solo se il totale della differenza di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà inferiore al valore di 40,00 punti percentuali.

La differenza misurata su ogni singolo setaccio non dovrà comunque superare il valore di 20,00 punti percentuali.

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

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria: $40,00 \times 40,00 = 1600,00$; $1600,00 \times 0,15 = 24,00\%$ di massima detrazione.

c) PERCENTUALE DEI VUOTI

Se il contenuto percentuale dei vuoti residui, riscontrato nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientra nelle norme prescritte dal Capitolato, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza tra la percentuale prescritta dal Capitolato e la percentuale riscontrata sul campione espressa con due decimali.

Questa differenza va elevata al quadrato, il risultato va moltiplicato per tre e si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

Il costipamento cioè la percentuale residua dei vuoti dello spessore finito dello strato di pavimentazione in opera, va inteso come l'azione meccanica di addensamento che segue immediatamente l'operazione di stesa e che va spinta fino ad ottenere i valori prescritti.

Ai fini delle prescrizioni, gli addensamenti ottenuti con l'azione del traffico non sono presi in considerazione.

La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in laboratorio non supereranno i seguenti limiti oltre i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

1) Conglomerato bituminoso tipo "B": limite massimo 13%

2) Conglomerato bituminoso tipo "C": limite massimo 11%

3) Conglomerato bituminoso tipo "D": limite massimo 11%

4) Conglomerato bituminoso tipo "E": limite massimo 12%

Esempio di calcolo della detrazione massima per il tappeto "D": $11\% - 8\% = 3\%$; $3\% \times 3\% = 9$; $9 \times 3 = 27,00\%$ di massima detrazione.

d) STABILITA' MARSHALL

Se il valore di stabilità Marshall riscontrato sul conglomerato bituminoso fornito non rientra nelle norme prescritte dal capitolato, sarà applicata la seguente detrazione.

Si determina la differenza tra il valore di stabilità prescritto dal capitolato e quello riscontrato in Laboratorio.

Questa differenza va elevata al quadrato, il risultato va moltiplicato per 0.0017 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio risulteranno superiori ai seguenti limiti sotto i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

1) Conglomerato bituminoso tipo "B": limite minimo 400 kg.

2) Conglomerato bituminoso tipo "C": limite minimo 700 kg.

3) Conglomerato bituminoso tipo "D": limite minimo 700 kg.

4) Conglomerato bituminoso tipo "E": limite minimo 600 kg.

Esempio di calcolo della detrazione massima per il tappeto "D": $800 - 700 = 100$; $100 \times 100 = 10.000$; $10.000 \times 0,0017 = 17\%$ di massima detrazione.

e) SCORRIMENTO MARSHALL

Se il valore di scorrimento Marshall riscontrato sul conglomerato bituminoso fornito non rientra nelle norme prescritte dal capitolato, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza tra il valore di scorrimento prescritto dal Capitolato e quella riscontrata in Laboratorio.

Questa differenza va elevata al quadrato, il risultato va moltiplicato per 1,5 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali da applicare al prezzo unitario.

La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio risulteranno inferiori ai seguenti limiti sopra i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

1) Conglomerato bituminoso tipo "B": limite massimo 8 mm.

2) Conglomerato bituminoso tipo "C": limite massimo 7 mm.

3) Conglomerato bituminoso tipo "D": limite massimo 7 mm.

4) Conglomerato bituminoso tipo "E": limite massimo 7 mm.

Esempio di calcolo della detrazione massima per il tappeto "D": $7 - 4 = 3$; $3 \times 3 = 9$; $9 \times 1,5 = 13,50\%$ di massima detrazione.

f) SPESSORE DELLA PAVIMENTAZIONE

Se lo spessore del singolo strato di pavimentazione bituminosa, misurato in opera a costipamento avvenuto o mediante carotaggio, risulta inferiore alle norme prescritte dal capitolato, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza in millimetri tra lo spessore previsto dal Capitolato e lo spessore riscontrato.

Questa differenza va divisa per lo spessore prescritto dal Capitolato sempre espresso in millimetri.

Il risultato, con due decimali, va moltiplicato per centocinquanta e si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La suddetta detrazione è ammessa solo se lo spessore riscontrato nella pavimentazione in opera risulterà di almeno il 62 per cento di quello prescritto dal Capitolato.

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

Se il controllo dello spessore del tappeto di usura o comunque della pavimentazione a diretto contatto del traffico, non viene eseguito immediatamente dopo l'esecuzione dei lavori, si ammette una diminuzione dello spessore dovuta al traffico pari a mm. 0,20 per ogni mese trascorso dalla data di ultimazione dei lavori, alla data dell'accertamento.

Esempio di calcolo della determinazione massima per il tappeto "D": (spessore minimo ammesso: 62% di 30 mm. = 18,6 mm.) $30 - 18,6 = 11,4\%$; $11,4 : 30 = 0,38$; $0,38 \times 150 = 57,00\%$ di massima detrazione.

Per quanto riguarda l'accertamento dello spessore della pavimentazione bituminosa stradale in opera, si precisano qui di seguito le modalità di prelievo dei campioni:

1. accertamenti da effettuare su una pavimentazione stradale eseguita con una strisciata.

Sarà da prelevare un campione ogni 2000 mq. circa, di strisciata, nella zona centrale della stessa nel senso della sua lunghezza, con l'avvertenza di eseguire i prelievi con la sequenza della posizione in destra, in centro e sinistra della strisciata stessa nel senso della sua larghezza.

2. Accertamenti da effettuare su una pavimentazione stradale eseguita con due o più strisciate.

Sarà da prelevare un campione ogni 2000 mq. circa di ogni strisciata nella zona centrale della stessa nel senso della sua lunghezza con l'avvertenza di eseguire, i prelievi con la sequenza della posizione in destra, in centro ed in sinistra della strisciata stessa nel senso della sua larghezza. Nelle strisciate adiacenti a quella presa in esame, i saggi dovranno essere possibilmente in posizione simmetrica.

3. Nel caso di pavimentazioni che presentano alternanze di una o più strisciate o strisciate irregolari, si potranno seguire, a discrezione della D.L., gli accertamenti indicati al punto 1. o al punto 2..

4. Qualora un campione risultasse negativo saranno da prelevare altri quattro campioni in modo che ciascuno dei cinque saggi risulti rappresentativo di un quinto della superficie considerata. (Per esempio: nel caso di una superficie di 2010 mq. ogni campione sarà rappresentativo di una superficie di 402 mq.).

5. Le detrazioni saranno computate considerando ciascun campione negativo e la relativa area rappresentata.

g) PROVA LOS ANGELES

Se il coefficiente percentuale di perdita in peso per abrasione degli aggregati lapidei impiegati per la miscela di conglomerato bituminoso, risulta superiore alle prescrizioni del Capitolato, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza fra il valore prescritto dal Capitolato e il valore riscontrato in Laboratorio.

Questa differenza va elevata al quadrato, il risultato va moltiplicato per due e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in Laboratorio risulteranno inferiori ai seguenti limiti sopra i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile. I seguenti limiti si intendono inoltre riferiti a qualsiasi delle classi di granulometria A, B, C, D, della tabella 4.1 del B.U. del C.N.R. anno VII n. 34 del 28 marzo 1973.

1) conglomerato bituminoso tipo "B": limite max 28%

2) conglomerato bituminoso tipo "C": limite max 24%

3) conglomerato bituminoso tipo "D": limite max 24%

4) conglomerato bituminoso tipo "E": limite max 25%

Esempio di calcolo della detrazione massima per il tappeto "D":

$24 - 21 = 3$; $3 \times 3 = 9$; $9 \times 2 = 18,00\%$ di massima detrazione.

Art. 63

TABELLE RELATIVE ALLE CARATTERISTICHE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

L'art. 63 comprende le tabelle che fissano le caratteristiche dei quattro tipi di conglomerato bituminoso previsti nel presente Capitolato.

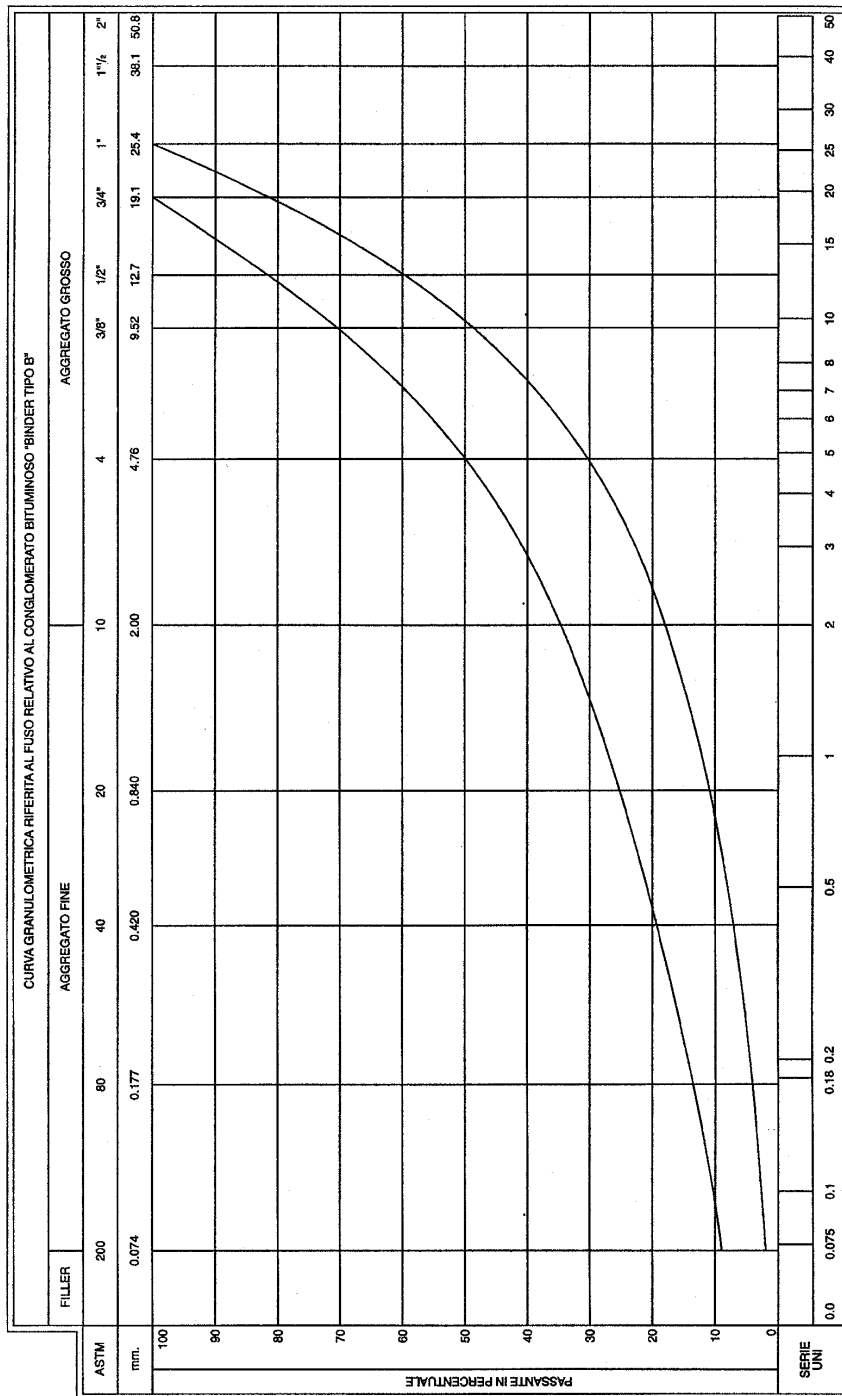


PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
38100 TRENTO - Via Sanseverino, 145/1 - Tel. (0461) 923071
TELEFAX (0461) 935767 - Codice Fiscale e P. IVA 00337460224

CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "B"

Strato di collegamento "BINDER" spessore compresso $\geq$ mm 50,00

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
SETACCI	PERCENTUALE DI PESO PASSANTE AI VARI SETACCI	
	ASTM	mm.
	1 1/2"	38.1
	1"	25.4
	3/4"	19.1
	1/2"	12.7
	3/8"	9.52
	4	4.76
	10	2.00
	20	0.84
	40	0.42
	80	0.177
	200	0.074



CONTENUTO DI BITUME IN PERCENTUALE DI PESO DELL'AGGREGATO SECCO	5,00	PERCENTUALE DEI VUOTI NELLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA (CANTINAMENTO ULTIMATO)	4 - 10	STABILITÀ MARSHALL	Kg	≥ 600	SCORRIMENTO MARSHALL	mm	2 - 5	PERDITA PERCENTUALE DI PESO PER ABRASIONE "LOS ANGELES" % $\leq$ 24
---	------	---	--------	--------------------	----	-------	----------------------	----	-------	---

Mod. 16



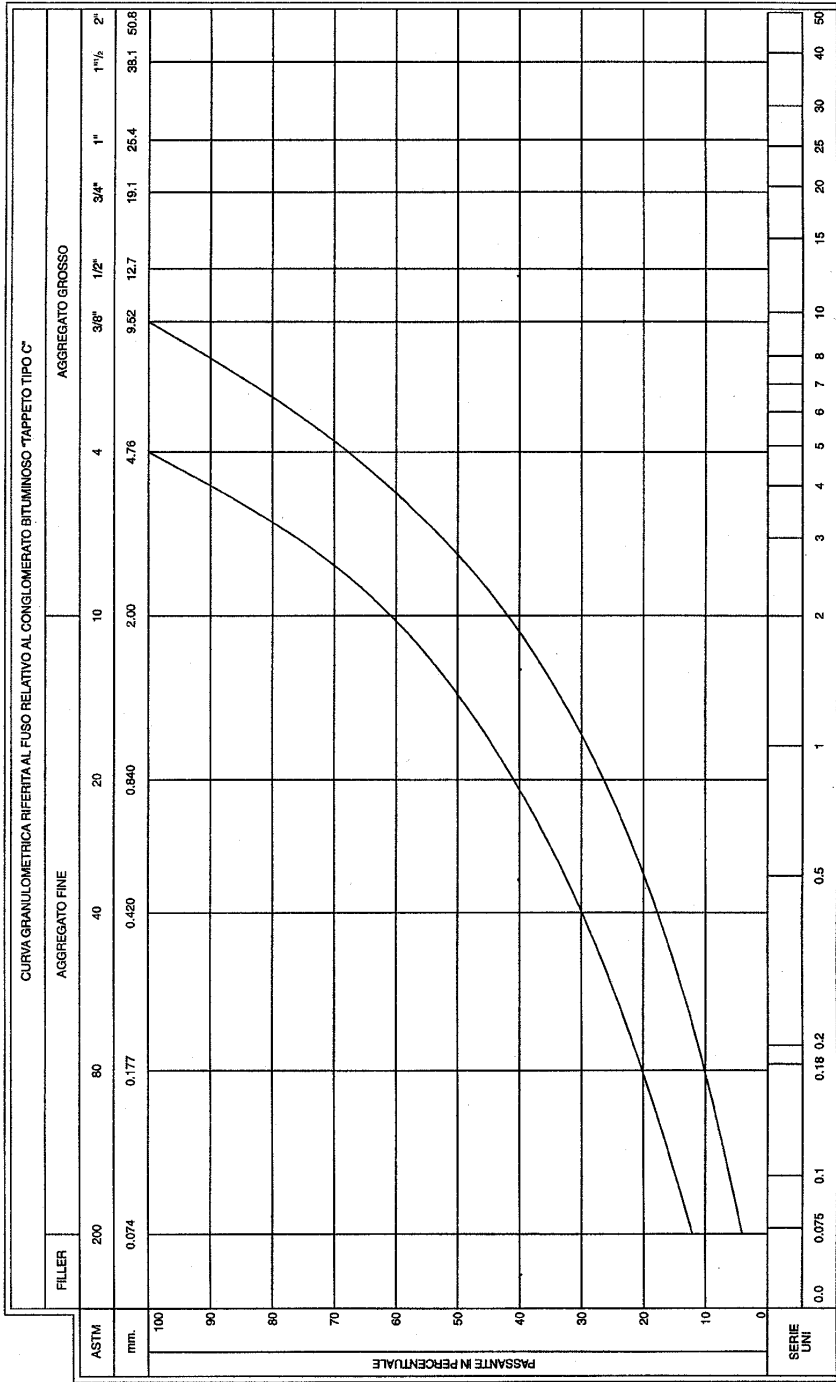
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
38100 TRENTO - Via Sanseverino, 145/1 - Tel. (0461) 923071
TELEFAX (0461) 935767 - Codice Fiscale e P. IVA 00337460224

Il Laboratorio della Provincia di Trento è stato autorizzato con D.M. 22883 del 16.12.1982 ad effettuare e certificare prove sui materiali da costruzione ai sensi dell'art. 20 della legge 05.11.1971, n. 1086. Il Laboratorio è stato accreditato dal SINAL n° 0101 secondo la norma UNI CEI EN 45001 e UNI EN ISO serie 9000

CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "C"

Manto d'usura spessore compresso ≤ mm 25,00

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
SETACCI	PERCENTUALE DI PESO PASSANTE AI VARI SETACCI %	
	ASTM	mm.
1"1/2		38.1
1"		25.4
3/4"		19.1
1/2"		12.7
3/8"		9.52
4		4.76
10		2.00
20		0.84
40		0.42
80		0.177
200		0.074



CONTENUTO DI BITUME IN PERCENTUALE DI PESO DELL'AGGREGATO SECCO	6.00	PERCENTUALE DEI VUOTI NELLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA A COSTANTAMENTO ULTIMATO	4 - 8	STABILITÀ MARSHALL	Kg.	SCORRIMENTO MARSHALL	mm	2 - 4	PERDITA PERCENTUALE DI PESO PER ABRASIONE "LOS ANGELES" % ≤ 20
---	------	--	-------	--------------------	-----	----------------------	----	-------	--



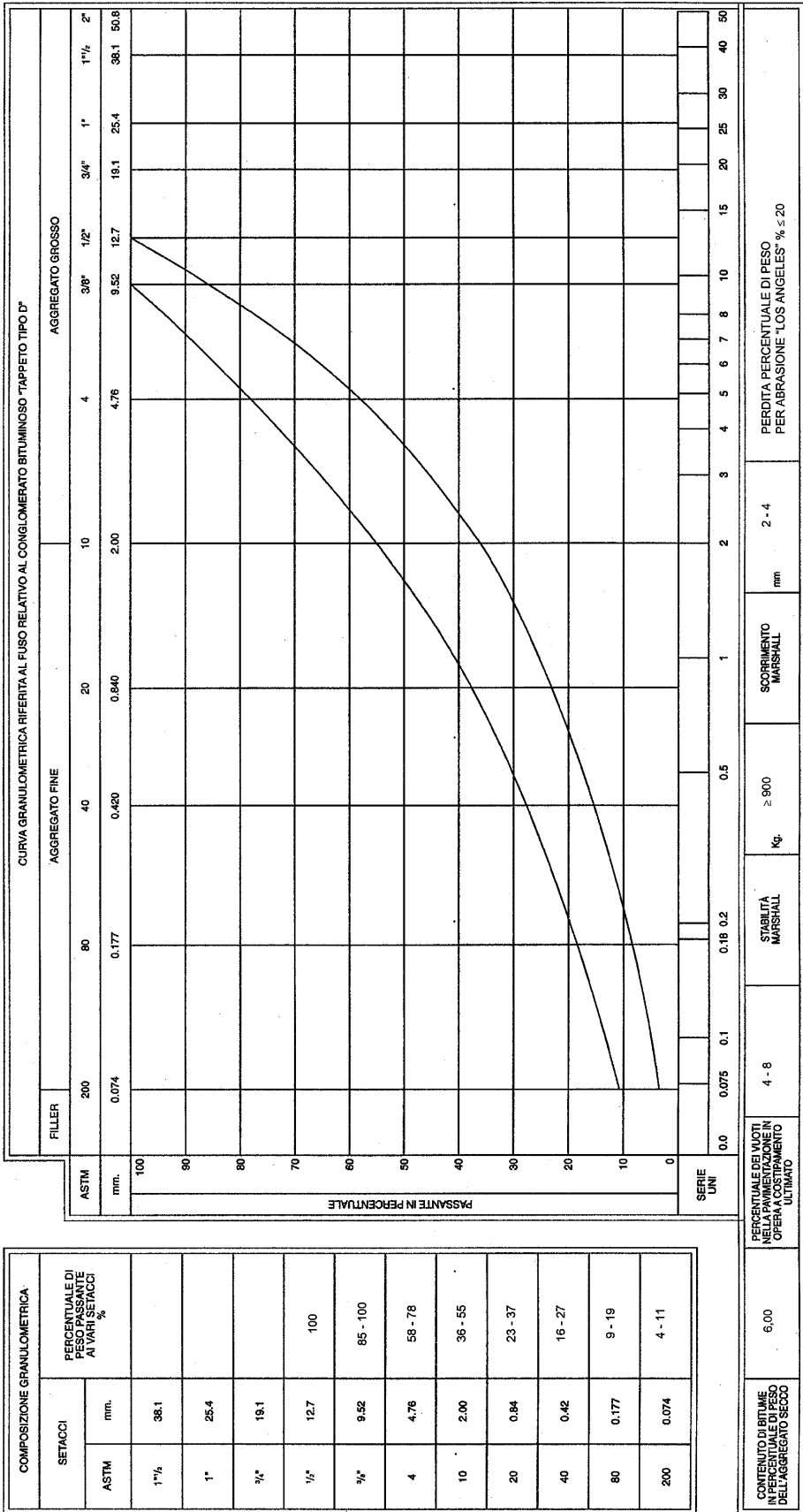
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
38100 TRENTO - Via Sanseverino, 145/1 - Tel. (0461) 923071
TELEFAX (0461) 935767 - Codice Fiscale e P. IVA 00337460224

Il Laboratorio della Provincia di Trento è stato autorizzato con D.M. 22983 del 18.12.1982 ad effettuare e certificare prove sui materiali da costruzione ai sensi dell'art. 20 della legge 05.11.1971, n. 1086. Il Laboratorio è stato accreditato dal SINAL n° 0101 secondo la norma UNI CEI EN 45001 e UNI EN ISO serie 9000

CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "D"

Manto d'usura spessore compresso $\geq$ mm 30,00

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
SETACCI	PERCENTUALE DI PASSANTE AL VARI SETACCI %	
	ASTM	mm.
1"1/2		38.1
1"		25.4
3/4"		19.1
1/2"		12.7
3/8"		9.52
4		4.76
10		2.00
20		0.84
40		0.42
80		0.177
200		0.074





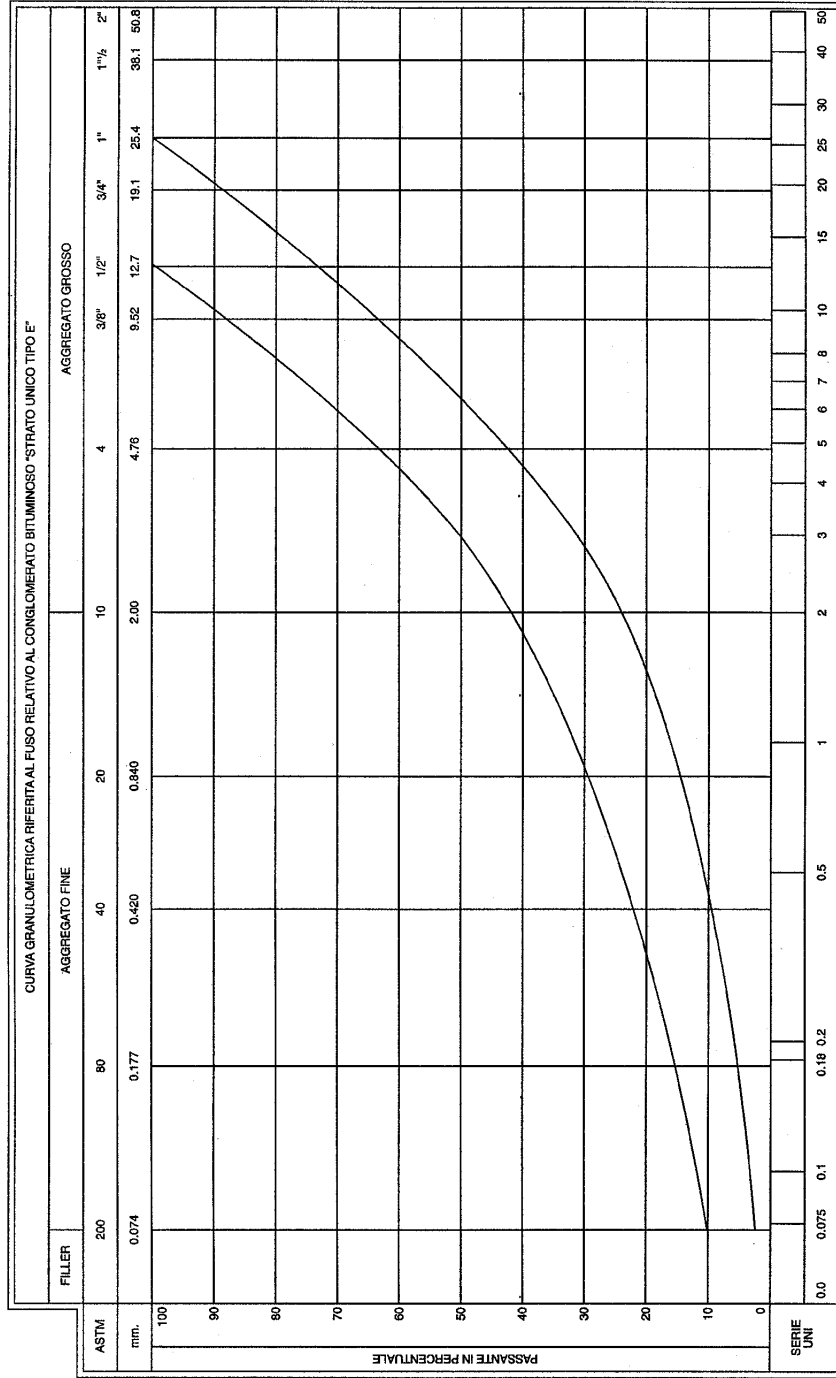
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI
38100 TRENTO - Via Sanseverino, 145/1 - Tel. (0461) 923071
TELEFAX (0461) 935767 - Codice Fiscale e P. IVA 00337460224

Il Laboratorio della Provincia di Trento è stato autorizzato con D.M. 22983 del 18.12.1982 ad effettuare e certificare prove sui materiali da costruzione ai sensi dell'art. 20 della legge 05.11.1971, n. 1036. Il Laboratorio è stato accreditato dal SINAL n° 0101 secondo la norma UNI CEI EN 45001 e UNI EN ISO serie 9000

CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "E"

Strato unico spessore compresso $\approx$ mm 50,00

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
ASTM	SETACCI	PERCENTUALE DI PESO PASSANTE AI VARI SETACCI %
	mm.	
1 1/2	38.1	
1"	25.4	100
3/4"	19.1	89 - 100
1/2"	12.7	74 - 100
3/8"	9.52	63 - 88
4	4.76	42 - 64
10	2.00	24 - 42
20	0.84	15 - 30
40	0.42	10 - 22
80	0.177	6 - 16
200	0.074	2 - 10



CONTENUTO DI BITUME IN RESINA E OLIO DELL'AGGREGATO SECCO	5.50	PERCENTUALE DEI VUOTI, NELLA PAVIMENTAZIONE IN OPERA A COSTANTAMENTO ULTIMATO	4 - 9	STABILITÀ MARSHALL	Kg	≥ 800	SCORRIMENTO MARSHALL	mm	2 - 4	PERDITA PERCENTUALE DI PESO PER ABRASIONE "LOS ANGELES" % ≤ 20
---	------	---	-------	--------------------	----	-------	----------------------	----	-------	--

PARTE VII°

OPERE VARIE

Art. 64

CORDONATE E TOMBINI

Le cordonate con la sezione di 40 cm di altezza per 20 cm di larghezza saranno di pietre calcaree, granitiche o porfiriche, dure, resistenti, non friabili né soggette a scomporsi per l'azione di agenti atmosferici, lunghe non meno di 60 cm. 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.

I tubi per tombini saranno di forma circolare e consteranno di calcestruzzo di cemento Portland tipo 325 nelle porzioni 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 venire messi in opera con cura su strato di sabbia disteso su terreno solido e dovranno venire accuratamente sigillati sui giunti con malta di puro cemento.

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

Art. 65

CONTROMURI, VESPAI E FOGNATURE

Per i contromuri, per i vespai e fognature, ecc., ma specialmente per i contromuri si impiegheranno sassi provenienti dagli scavi di sbancamento di roccia, avendo cura di scegliere i migliori, quelli più adatti alla categoria di lavoro cui sono destinati di forme regolari. Nel disporre a mano i singoli sassi si avrà cura che gli stessi riescano ben accatastati, gli uni agli altri ben collegati, evitando nel modo più assoluto la ricorrenza dei giunti.

Art. 66

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 gg/mm². 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:

a) Ad 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.

b) Ad 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 urvate 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.

c) A 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 0,891.

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.

Peraltro 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 ml 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. 67

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 minimo infissi nella roccia inghisati con boiaccia di cemento tipo 325 in fori eseguiti a rotopercussione del diametro adeguato al tipo di barra (φ 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 scarpata 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 in 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 e s.m..

2. **Scarpate in terra:** Analogamente a quanto previsto nel paragrafo 1. può essere richiesta dalla D.L. la posa di simile rete su scarpate in terra; si seguirà quanto specificato sopra con la sola differenza che gli ancoraggi eseguiti ogni 2 ml della fune trasversale siano realizzati mediante l'infissione di picchetti in acciaio Feb44k del diametro di mm 16 della lunghezza minima di ml 1,00 in terra e massimo di ml 2,00 con la testa piegata ad "L" per almeno 15 cm in modo da fissare la fune trasversale e la rete stessa.
3. **Reti rinforzate:** A richiesta della D.L. su pareti rocciose particolarmente degradate può essere prevista la posa della rete di cui sopra ma anziché fissata con funi trasversali se né predisporrà la "rinforzatura" con funi metalliche

in trefoli d'acciaio del diametro mm 12 sul perimetro e intrecciata sul muro da formare una maglia regolare e ancorata alla roccia ogni 2 ml in orizzontale e 4 ml in verticale. Gli ancoraggi andranno eseguiti con barre Feb44k del diametro 20 mm della lunghezza ml 1,50 sul perimetro e della lunghezza ml 1,00 all'interno e comunque secondo quanto specificato dalla relativa voce di Elenco.

Art. 68

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 acciaio 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 boiaccia 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. 69

CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE

Per il consolidamento dei terreni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 e 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 miscele acqua-cemento oppure acqua-cemento-bentonite; ovvero mediante iniezioni di sostanze chimiche, che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori, dopo accurate prove di laboratorio, tenuto conto della granulometria, permeabilità natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.

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

Art. 70

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.

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. 71 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. 72 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 golenari 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, purché in proporzione non maggiore di un quinto del volume del masso stesso, e purché 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 li ricoprirono 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. 72 bis **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.

PARTE VIII° **BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI**

Art. 73 **BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI**

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

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

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

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 75 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia un distacco non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici, eventi: spessore minimo di mm 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a cm 325.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm. 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm. 5.00, lunghezza non inferiore a m. 1.65 per le barriere centrali e m. 1.95 per quelle laterali.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m. 0.95 per le barriere centrali e m. 1.70 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m. 3.60.

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

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

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

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

I distanziatori avranno: altezza di cm. 30; profondità non inferiore a cm. 15; spessore minimo di mm 2.5, salvo l'adozione in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm. 45x100 e di spessore mm. 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 430, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m² per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

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

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire l'installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

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

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

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

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

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffico centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali e ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate 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 dispositivo rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

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

2. **Caratteristiche dei parapetti metallici:** I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere aventi descritte, e cioè da una serie di sostegni in profilato metallico, da 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. 04.05.1990 e s.m..

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 09.01.1996, 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 mm 3 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 interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

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

Dalle prove suddette dovrà risultare quanto segue:

- a) La fascia dovrà resistere in ogni sezione, sia nel tratto continuo che in corrispondenza di una giunzione fra due successivi pezzi di fascia, ad uno sforzo di trazione di 40 tonnellate.
La fascia semplicemente appoggiata, con 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 e 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. 74

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 1 1 luglio 1987 e s.m. circa qualità e modalità di posa.

Art. 75

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 preparazione 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

FONOISOLAMENTO: 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:

$$\Delta L_a = 10 \log \left(\frac{\sum k_i}{\sum k_i - \sum k_i \alpha_i} \right)$$

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	da misurare	da calcolare
125		2		
160		3		
200		4		
250		5		
315		7		
400		9		
500		11		
630		15		
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:

a) 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..

b) 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:

- 1) diametro medio delle fibrille secondo UNI 6484-69.
Risultato: il diametro medio delle fibrille deve essere compreso tra 6 e 9 µm;
- 2) 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;
- 3) 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;
- 4) 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 ininfluenza 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 elettrochimico 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 Rck 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., $K < 10^{-10}$ cms⁻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/cmc
-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. espans. 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.).

ART. 76 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 e 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 stornatore viscosimetrico 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. 77 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 scatola verranno rifiniti sulle due facce con colore grigio neutro con speciale smalto sintetico come da art. 77 del regolamento D.P.R. 16.12.92 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 nonchè 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	
	1	2	3	4	PELLICOLE	
					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 intensità 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 Er su rilevatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione: $I = E_r - d^2$

La verifica del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti ad invecchiamento artificiale, alla resistenza alla nebbia salina, ed alla resistenza ai carburanti.

3. CARATTERISTICHE E QUALITÀ DEI SOSTEGNI

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di Km/h 150, pari ad una pressione dinamica di 140 kg/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 prezzo ai singoli pannelli.

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

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

5. ISCRIZIONI

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante nonché l'anno di fabbricazione del cartello e l'ente proprietario della strada.

Il complesso di tali iscrizioni, dovrà occupare una superficie inferiore di cmq. 200 secondo quanto disposto dall'art. 77 comma 2 del D.P.R. 16.12.1992 n. 495 e 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.

ART. 78 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

1. MATERIALI ELETTRICI

Tutti i materiali elettrici e le apparecchiature da installare debbono corrispondere alle vigenti "norme" del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.). Dovranno essere rispettati di dettami di cui al D.P.R. 21 giugno 1968 n. 1062.

Il tipo e la forma di materiali e delle apparecchiature deve essere uniforme, in modo da consentire l'intercambiabilità e quindi debbono corrispondere alle norme della unificazione nel campo elettrotecnico (U.N.E.I.).

Si avrà cura di mantenere chiuso l'ultimo tubo in messo in opera, mediante idoneo tappo, per impedire l'introduzione di corpi estranei nella condotta.

Dei cedimenti e delle rotture che si verificassero in queste condotte prima del loro collaudo, sarà tenuto responsabile l'Assuntore che è obbligato al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al risarcimento del danno derivanti all'Amministrazione appaltante o a terzi.

In corrispondenza delle camerette d'ispezione saranno predisposti i pezzi speciali previsti nei disegni tipo.

2. POSA IN OPERA TUBI PVC

I tubi in PVC dovranno essere posti in opera su sottofondo in sabbia o in calcestruzzo, secondo le prescrizioni; il fondo dei tubi dovrà essere disposto secondo le livellette prescritte. La giunzione dei tubi a bicchiere verrà effettuata mettendo gli appositi anelli di elastomero preventivamente lubrificati con acqua saponosa. Questi dovranno essere forniti dal fabbricante dei tubi e dovranno avere qualità e dimensioni tali da assicurare la permanente tenuta del giunto stesso.

Compite le giunzioni per in tratto di condotta, si verificherà nuovamente la regolare collocazione planimetrica ed altimetrica di tutti i tubi formanti il tratto stesso, dopo che la tubazione verrà completamente rivestita con sabbia e con calcestruzzo, secondo le prescrizioni, avendo cura di effettuare il riempimento con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo.

Le camerette d'ispezione dovranno essere realizzate in cemento armato con l'impiego di fondello in poliestere rinforzato completo di giunti a tenuta orientati secondo le pendenze e le deviazioni planimetriche.

Il rinterro si farà dapprima a mano con terra crivellata o materiale fino, disposto a strati ben battuti fino a circa 50 cm al di sopra del tubo; dopo potrà essere eseguito a macchina impiegando la terra di scavo, essa pure, a regolare strati battuti a regola d'arte.

Qualora si procedesse al rinterro di una condotta previo assenso della D.L. l'Assuntore sarà tenuto a scoprirla onde permettere le necessarie verifiche.

Si avrà cura di mantenere chiuso l'ultimo tubo messo in opera, mediante idoneo tappo per impedire l'introduzione di corpi estranei nella condotta.

Dei cedimenti e delle rotture che si verificassero in queste condotte prime del loro collaudo, sarà tenuto responsabile l'Assuntore che è obbligato al rifacimento dell'opera, alla sostituzione dei materiali guasti ed al risarcimento dei danni derivanti all'Amministrazione appaltante o a terzi.

3. POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici devono essere calcolati per la potenza impegnata: si intende quindi che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere sono riferite alla potenza impegnata.

4. TUBI PROTETTIVI - CASSETTE DI DERIVAZIONE - CAVI SOSPESI

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti o in vista, devono essere sempre protetti meccanicamente.

Dette protezione possono essere: tubazioni, canalette portacavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

I cavi posati su tubi o condotti devono risultare sempre reinfilabili; quello posati in canali, su passerella o entro vani devono poter essere sempre rimossi o sostituiti.

Nei tubi e condotti non devono esserci giunzioni e morsetti.

I cavi sospesi devono essere agganciati a fune di acciaio zincato del diametro non inferiore a mm 5 ed i collegamenti fra detta fune a gli occhioli fissi nei muri, devono essere fatti con interposti sistemi a morsetto a vite od altro preventivamente approvati dalla D.L.. La sospensione dei cavi alla fune di acciaio verrà eseguita mediante apposite fascette in lamiera di zinco distanti c, 20-25 l'una dall'altra. L'ancoraggio degli occhioli sulle pareti delle case deve essere eseguito a mezzo di adatti ganci in ferro da inserire nella muratura. Il lavoro di ripristino della muratura, dell'intonaco e delle tinte, sarà a carico dell'Appaltatore ed è compreso forfettariamente nei prezzi unitari dei singoli lavori.

5. ISOLAMENTO DEI CAVI

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria, così pure quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando, devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale non inferiori ai limiti previsti dalla vigente normativa. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo - condotto o canale, con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

6. COLORI DISTINTIVI DEI CAVI

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

7. SEZIONI MINIME E CADUTA DI TENSIONE MASSIME AMMESSE

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate.

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

8. CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non devono essere inferiori a quella indicata nella tabella tratta dalle vigenti norme C.E.I. I sostegni dei corpi illuminanti saranno collegati ad un proprio dispersore a puntazza in acciaio zincato di tipo normalizzato alloggiato in pozzetto ispezionabile. Se in casi particolari fosse richiesta la protezione contro le scariche atmosferiche ci si dovrà attenere alle norme C.E.I. in vigore relative a detta protezione.

9. RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Per tutte le parti di impianto comprese fra due fusibili o interruttori automatici successivi o poste a valle dell'ultimo fusibile o interruttore automatico, la resistenza di isolamento verso terra o fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non deve essere inferiore a:

- 500.000 ohm per i sistemi a tensione nominale verso terra superiore a 50 V.

10. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme C.E.I. 64-8.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire nel conduttore protetto non si raggiungono temperature pericolose.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

11. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

- a) Protezione totale mediante isolamento della parti attive.

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con isolamento che ne impedisca il contatto e possa essere rimosso solo mediante distruzione ed in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici cui può essere soggetto nell'esercizio. Vernici, smalti e simili da soli non sono in genere considerati idonei.

- b) Protezione totale mediante involucri.

Le parti attive devono essere racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurano almeno il grado di protezione IP2X o IP4X nel caso di superfici di involucri o barriere orizzontali se a portata di mani.

Quando sia necessario, per ragioni di esercizio, aprire gli involucri si deve seguire una delle seguenti disposizioni:

- uso di un attrezzo o una chiave se in esemplare unico ed affidata a personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive mediante apertura con interblocco;

- interposizione di barriere o schemi che garantiscano un grado di protezione IP2X.

12. MISURE DI SICUREZZA E PROTEZIONE

All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore generale onnipolare.

Negli impianti in derivazione devono essere installati adeguati dispositivi di protezione contro i corto-circuiti all'inizio dell'impianto e, dove necessario, anche lungo l'impianto: tali impianti si considerano non soggetti a sovraccarico.

Gli impianti devono essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione (protezione contro i contatti diretti).

Gli elementi di protezione smontabili ed accessibili al pubblico devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o attrezzi speciali.

Le masse metalliche dei sostegni con altezza fuori terra superiore a 20 metri devono essere collegate ad un impianto locale di terra.

13. MATERIALI ED APPARECCHIATURE

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono in particolare resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

I materiali conduttori da usarsi nei cavi, fatta eccezione per i conduttori aventi funzione portante, devono essere il rame o l'alluminio. La giunzione dei due metalli non deve dare origine a fenomeni di corrosione.

Agli effetti della protezione contro i contatti indiretti la classe degli apparecchi di illuminazione è scelta in funzione del gruppo a cui appartiene l'impianto. I componenti dell'impianto devono avere adeguato livello di isolamento verso terra.

Le apparecchiature da disporre nei quadri di comando dovranno essere di primaria ditta e sottoposte all'approvazione della D.L., la quale potrà escludere a suo insindacabile giudizio le apparecchiature prodotte da ditte che non diano sufficienti garanzie. Esse dovranno essere conformi alle corrispondenti norme C.E.I.

14. ESAME A VISTA

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme Generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferendosi all'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza. Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere, presenza di adeguati di sezionamento e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezione, collegamenti dei conduttori. Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

15. VERIFICA DEL TIPO DI DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI E DELLA APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alla caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionati.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento si fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

16. VERIFICA DELLA SFILABILITA' DEI CAVI

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto del tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una larghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. A questa verifica si aggiungono anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

17. MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125 V nel caso di misura su parti di impianto di categoria O, oppure su parti di impianto alimentare a bassissima tensione di sicurezza; circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di 1ª categoria. La misura si deve effettuare fra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti: la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

18. MISURA DELLA CADUTA DI TENSIONE

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto dell'impianto ed il punto scelto per la prova: si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione). Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale che non deve essere superiore al 4%.

19. VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CORTOCIRCUITI ED I SOVRACCARICHI

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

20. VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte dalle Norme C.E.I. 64-8.

Si devono effettuare le verifiche sottodescritte. Esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi ed il contatto di terra delle prese a spina.

Si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico.

La sonda di tensione ed il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso: quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione ed il dispersore ausiliario; deve essere controllato in base ai valori misurati il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica.

Quando occorre, sono da effettuare le misure delle tensioni di contatto e di passo. Queste sono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati.

21. RIZZAMENTO DEI SOSTEGNI DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Il rizzamento dei sostegni deve essere eseguito curando che, ove sia richiesto, essi risultino allineati; le responsabilità di tale allineamento e della loro perfetta verticalità è in ogni caso dell'Appaltatore.

L'introduzione dei sostegni nei blocchi di fondazione precostituiti deve avvenire dopo che il calcestruzzo abbia raggiunto un sufficiente indurimento. L'interstizio fra palo e blocco va riempito di norma con sabbia molto fine ed umida, il più possibile costipata: superiormente per un'altezza di cm 10, deve essere effettuata la sigillatura con malta di cemento, previa rimozione dei cunei di legno impiegati per ottenere le verticalità dei pali.

Le parti dei sostegni metallici eventualmente a contatto con il terreno devono essere protette mediante collari di calcestruzzo, nastratura anticorrosiva o altri metodi equivalenti fino al massimo di 30 cm. sopra il piano di campagna, conformemente alle disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

22. POSA DI CONDUTTORI IN CAVO

Le morsetterie da montare all'interno dei pali dovranno essere del tipo "omicron" o similari: la portina di ispezione dovrà essere in metallo o resina rinforzata, con basetta portamorsetti in porcellana o stearite con portafusibili, dovrà avere il bordo inferiore ad almeno 600 mm. al di sopra del livello del suolo.

I cavi da usare sono del tipo FG70R-06/1 KV sotto guaina protettiva C.E.I. 20-13/1965 e varianti tab. UNEL 35355-75 e dovranno essere muniti del marchio I.M.Q..

Essi dovranno essere interrati ad una profondità minima di cm 50 sotto il piano stradale, entro idonei tubi protettivi.

Durante la posa dei cavi l'Appaltatore è tenuto ad evitare piegature, ammaccature, raschiature, rigature e stiramenti della guaina. E' vietato incorporare i cavi anche per brevi tratti, direttamente nelle murature: gli attraversamenti di strutture murarie vanno esclusivamente effettuati previa posa di idonee tubazioni di protezione. La trazione del cavo di regola eseguita a mano distribuendo opportunamente il tiro, E' concesso l'uso dei mezzi meccanici solo previo di beneplacito della Direzione Lavori.

Poiché le opere oggetto dell'appalto saranno eseguite anche in prossimità di linee e cavi di tensione, l'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni dettate dalle leggi e norme vigenti alla sicurezza sul lavoro ed alla integrità degli impianti dell'esercizio per la distribuzione dell'energia elettrica, del gas, dell'acqua e per gli impianti di telecomunicazione.

Ove richiesto deve essere eseguito un manufatto formato da una platea dello spessore di cm 10 convenientemente armato nei punti in cui il fondo dello scavo non dia sufficienti garanzie di stabilità. La gettata di calcestruzzo lateralmente e superiormente al fascio di tubi deve avere uno spessore di almeno 5 cm: nella parte superiore il manufatto va formato a spiovente.

I cavi sospesi devono essere agganciati a fune di acciaio zincato, del diametro non inferiore a mm 5 ed i collegamenti tra detta fune e gli occhioli fissi nei muri devono essere fatti con interposte apposite redance con morsetti a vite e con altro sistema sulla cui adozione dovrà però essere interpellata la Direzione Lavori.

La sospensione dei cavi alla fune di acciaio verrà eseguita mediante apposite fascette in lamiera di zinco, distanti 20-25 cm l'una dall'altra.

L'ancoraggio degli occhioli sulle pareti delle case deve essere eseguito a mezzo di adatti ganci in ferro da inserire nella muratura. Il lavoro di ripristino della muratura dell'intonaco e delle tinte, sarà a carico dell'Appaltatore ed è compreso forfettariamente nei prezzi unitari dei singoli lavori.

Ad opere ultimate l'Appaltatore deve provvedere con mezzi e personale propri all'ispezione ed alla pulizia delle tubazioni.

23. QUADRI DI COMANDO

Le apparecchiature da disporre nei quadri di comando dovranno essere di primaria ditta e sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà escludere a suo insindacabile giudizio, le apparecchiature prodotte da ditte che non diano sufficienti garanzie. Esse dovranno essere conformi alle corrispondenti norme C.E.I.

24. LAVORI IN FERRO

Tutti i lavori in ferro dovranno essere eseguiti con le buone regole d'arte, seguendo esattamente le modalità di disegni e le prescrizioni che verranno date dalla Direzione Lavori. Per i ferri da impiegare nella costruzione di opere in cemento armato vengono richiamate le norme contenute nel D.M. 1 marzo 1983 e successive modificazioni avvertendo che la lavorazione dovrà essere fatta in modo che l'armatura risulti esattamente corrispondente per dimensioni ed ubicazione, alle indicazioni di progetto.

25. VERNICIATURE

Le verniciature verranno eseguite a regola d'arte: in particolare quelle sul metallo saranno eseguite a due riprese, previa applicazione di due mani di minio di piombo.

ART. 79 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

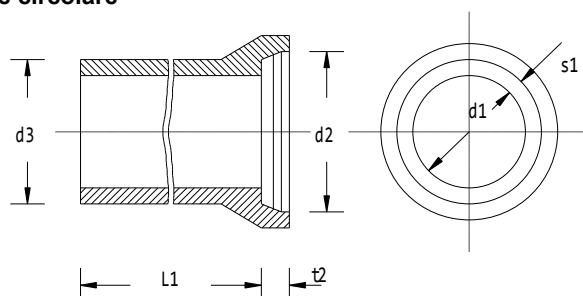


FIGURA 1 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto senza piede

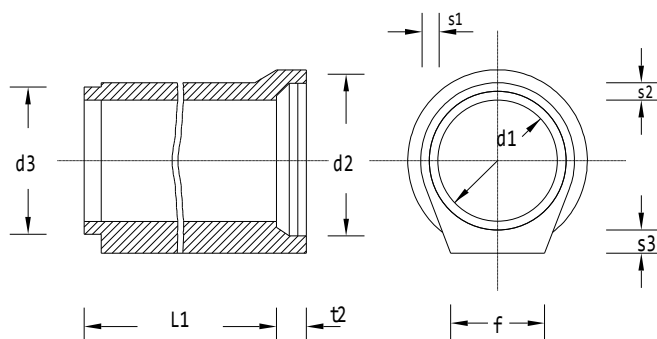


FIGURA 2 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto e con piede di appoggio

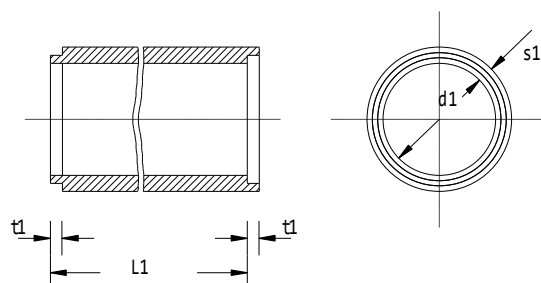


FIGURA 3 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega senza piede

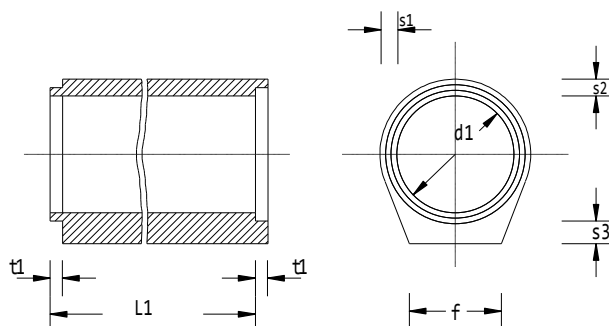


FIGURA 4 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega e piede

Tabella 1: Tubi in calcestruzzo di sezione circolare

diame- tro nomina- le DN	d scarto ammissibile	paralleli- simo della su- perf. di base. scarto ammissibi- le	lar- ghez- za del piede f circa	Spessori min. della parete			
				Tubi senza piede S1	Tubi con piede S1 S2 S3		
100	100±2	3	80	--	--	--	--
150	150±2	3	120	--	--	--	--
200	200±3	4	160	--	--	--	--
250	250±3	4	200	--	--	--	--
300	300±4	5	240	50	50	50	65
400	400±4	6	320	65	50	65	90
500	500±5	6	400	85	70	85	110
600	600±6	8	450	100	85	100	130
700	700±6	8	500	115	100	115	150
800	800±7	10	550	130	115	130	170
900	900±7	10	600	145	130	145	195
1000	1000±8	12	650	160	145	160	215
(1100)	1100±8	12	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. 90 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 chiuso 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 chiuso verrà posato sul supporto della macchina di prova con l'interposizione di un sottile strato di gesso, si da garantire la perfetta orizzontalità. 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. 91 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 lisce in malta di cemento.

Il tubo sarà quindi posato sul sottofondo così predisposto e rinalzato 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 rinfiango, 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. 92 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 se-

condo 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 criovellata 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. 93

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.

Indice generale

CAPO I	
DATI GENERALI.....	2
AVVERTENZA GENERALE.....	2
FORNITURA E POSA IN OPERA DI BENI INERENTI LA SICUREZZA STRADALE.....	2
CAPO II	
QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	2
ART. 1	
MATERIALI IN GENERE.....	2
ART. 2	
ACQUA, CALCE, LEGANTI IDRAULICI, GESSO.....	3
ART. 3	
SABBIA, GHIAIA, PIETRE NATURALI, MARMI.....	3
ART. 4	
LATERIZI.....	4
ART. 5	
MATERIALI FERROSI E MATERIALI VARI.....	4
ART. 6	
LEGNAMI.....	4
ART. 7	
MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI PEDONALI.....	5
ART. 8	
MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI STRADALI.....	5
ART. 9	
MATERIALI PER OPERE IN VERDE.....	6
ART. 10	
TELI TIPO GEOTESSILE.....	6
ART. 11	
COLORI E VERNICI.....	7
ART. 12	
MATERIALI DIVERSI.....	7
ART. 13	
TUBAZIONI.....	7
ART. 13BIS	
PROVE DEI MATERIALI.....	8
CAPO III	
MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO	
PARTE I: OCCUPAZIONE DEI TERRENI E SVILUPPO DEI LAVORI.....	8
ART. 14	
OCCUPAZIONE DEI TERRENI.....	8
ART. 15	
SVILUPPO DEI LAVORI.....	9
ART. 16	
LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO.....	9
PARTE II°:	
FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE.....	9
ART. 17	
TRACCIAMENTI.....	9
ART. 18	
SCAVI E RIALZI.....	9
<i>Impiego di materiali riciclati nella costruzione di rilevati.....</i>	14
<i>Prove di accettazione e qualificazione dei materiali riciclati.....</i>	14
<i>Modalità di impiego e posa in opera.....</i>	14
ART. 19	
PREPARAZIONE DEL TERRENO SU CUI DEBBONO ELEVARS I RIALZI.....	15
ART. 20	
INERBIMENTO DELLE SCARPATE.....	16
ART. 20 BIS	
FORMAZIONE DI RILEVATI PER TOMI DI TERRE RINFORZATE CON GEOTESSILI, GEOGRIGLIE, GEOMEMBRANE O CON RINFORZI METALLICI IN STRISCE O BARRE (TERRE ARMATE).....	16
ART. 21	
MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI STRADALI E DA DEMOLIZIONI.....	17
ART. 22	
INCASSAMENTO PER LA MASSICCIATA.....	17

ART. 22 BIS	
INTERVENTI DI SCAVO A SEZIONE RISTRETTA E SUCCESSIVO RIPRISTINO SU CORPO STRADALE ESISTENTE.....	17
PARTE III°	
FONDAZIONI SPECIALI.....	19
ART. 23	
PALIFICATE DI FONDAZIONE.....	19
ART. 24	
PALI DI SABBIA.....	23
ART. 25	
PERFORAZIONI.....	23
ART. 26	
TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI.....	24
ART. 27	
PARATIE SUBALVEE.....	28
ART. 28	
TURE PROVVISORIE.....	28
ART. 29	
DIAFRAMMI A PARETE CONTINUA.....	28
ART. 30	
FANGHI BENTONITICI.....	29
ART. 31	
FONDAZIONI A POZZO.....	29
ART. 32	
FONDAZIONI CON CASSONI.....	29
PARTE IV°	
OPERE D'ARTE.....	30
ART. 33	
CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI.....	30
ART. 34	
CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	31
ART. 35	
ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.....	31
ART. 36	
STRUTTURE PREFABBRICATE.....	31
ART. 37	
CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE.....	32
ART. 38	
MURATURA A SECCO.....	32
ART. 39	
MURATURE DI PIETrame E MALTA CEMENTIZIA.....	32
ART. 40	
MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO.....	33
ART. 41	
MURATURE DI MATTONI.....	34
ART. 42	
MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETrame ANNEGATO (CALCESTRUZZO CICLOPICO).....	34
ART. 43	
INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO.....	34
ART. 44	
COSTRUZIONE DEI VOLTI.....	34
ART. 45	
LASTRONI DI PIETRA PER COPERTURA DI ACQUEDOTTI E PER SOGLIE.....	35
ART. 46	
COPERTINE.....	35
ART. 47	
RIVESTIMENTO A SECCO CON CIOTTOLI.....	35
ART. 48	
COMPOSIZIONE DELLE MALTE.....	35
ART. 49	
STRUTTURE IN ACCIAIO.....	36
ART. 50	
APPARECCHI DI APPOGGIO.....	37
ART. 51	
GIUNTI DI DILATAZIONE.....	37
ART. 52	
IMPERMEABILIZZAZIONE DI IMPALCATI DI PONTI E VIADOTTI.....	37
PARTE V°	
MASSICCIATA O STRATO DI BASE.....	41

ART. 53	
MASSICCIAIA O STRATO DI BASE:	
MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA.....	41
PARTE VI°	
CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	44
ART. 54	
PIETRISCHI, PIETRISCHETTI, SABBIA, ADDITIVI.....	44
ART. 55	
EMULSIONI BITUMINOSE- CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO.....	47
ART. 56	
BITUMI - CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO.....	49
ART. 57	
CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	49
ART. 57 BIS	
CONGLOMERATO BITUMINOSO D'USURA ANTISDRUCCIOLO	
TIPO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT).....	50
ART. 58	
MALTE DA SIGILLO PER FESSURAZIONI.....	52
ART. 59	
ESECUZIONE DEI LAVORI.....	52
ART. 60	
MISURE.....	52
ART. 61	
VERIFICHE E PROVE DI LABORATORIO.....	52
ART. 62	
DETRAZIONI.....	53
ART. 63	
TABELLE RELATIVE ALLE CARATTERISTICHE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	55
PARTE VII°	
OPERE VARIE.....	60
ART. 64	
CORDONATE E TOMBINI.....	60
ART. 65	
CONTROMURI, VESPAI E FOGNATURE.....	60
ART. 66	
CONDOTTE PORTANTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA	
PER TOMBINI E PONTICELLI.....	60
ART. 67	
PROTEZIONE DELLE SCARPATE.....	61
ART. 68	
CONSOLIDAMENTO DI SCARPATE MEDIANTE L'IMPIEGO DI	
MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA.....	62
ART. 69	
CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE.....	62
ART. 70	
DRENAGGI.....	62
ART. 71	
GABBIONATE.....	63
ART. 72	
SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE DALLE EROSIONI DELLE ACQUE.....	63
ART. 72 BIS	
MURI CELLULARI A RETICOLO SPAZIALE.....	64
PARTE VIII°	
BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI.....	64
ART. 73	
BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI.....	64
ART. 74	
BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO "NEW JERSEY".....	66
ART. 75	
BARRIERE ANTIRUMORE.....	66
2.2.4 PANNELLI IN CALCESTRUZZO ARMATO ALLEGGERITO.....	70
2.2.5 PANNELLI IN LEGNO.....	70
ART. 76	
SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	70
ART. 77	
SEGNALETICA VERTICALE.....	72
1. PANNELLO SEGNALETICO.....	72
2.2. CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE E FOTOMETRICHE.....	73
ART. 78	
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	75

ART. 79	
TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO.....	79
ART. 90	
CHIUSINI PER CAMERETTE.....	81
ART. 91	
POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO NORMALE.....	81
ART. 92	
POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO.....	81
ART. 93	
POSA IN OPERA DEI CHIUSINI PER CAMERETTE.....	82