

PROVINCIA DI MODENA

Area Lavori Pubblici

Direttore Ing. Alessandro Mani

Lavori speciali e Manutenzione opere Pubbliche

telefono 059 209 623 fax 059 343 706

viale Jacopo Barozzi 340, 41124 Modena c.f. e p.i. 01375710363

centralino 059 209 111 www.provincia.modena.it provinciadi Modena@cert.provincia.modena.it

Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

S.P. n° 623 DEL PASSO BRASA

PROGETTO PILOTA PER L'ATTUAZIONE DI UN PIANO INTEGRATO DI INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA STRADALE SUL TERRITORIO PROVINCIALE MODENESE
ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA
TRATTO SPILAMBERTO-MODENA SUD

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

RIFERIMENTO ELABORATO

PE014b

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE

PROT. n° 40904

SCALA

DATA Ottobre 2018

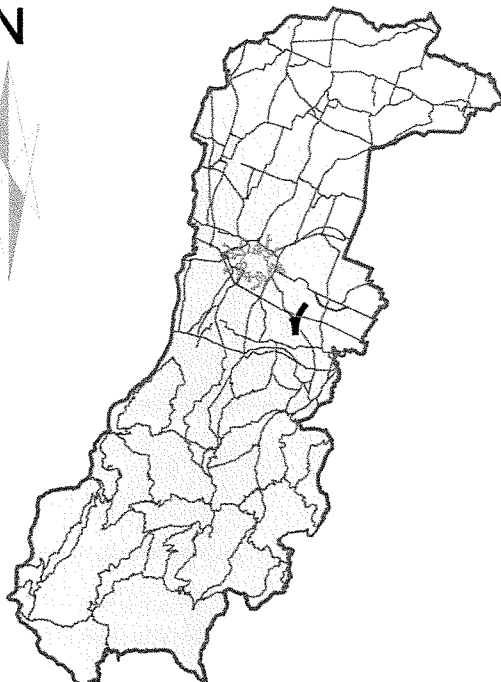
CL. 11-15-02

revisione	data	descrizione	redatto	controllato	approvato

DEL 30/10/2018

FASC. 25.1 SUB

N



ubicazione intervento

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Luca Rossi

PROGETTISTI

Dott. Ing. Paola Rossi
Geom. Walter Stella

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Rossi

CONSULENTE GEOLOGICO

Dott. Geol. Antonio Gatti

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Paola Rossi





Provincia di Modena

Lavori Speciali e Manutenzione opere pubbliche

Telefono 059 209 623 - Fax 059 343 706

Viale Jacopo Barozzi 340, 41124 Modena - C.F. e P.I. 01375710363

Centralino 059 209 111 - www.provincia.modena.it - provinciadimodena@cert.provincia.modena.it

Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

S.P. 623 del Passo Brasa
ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA TRATTO SPILAMBERTO MODENA SUD

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

N O R M E T E C N I C H E

NOTA BENE:

Nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, il D.M. 14.02.1992 (S.O. della G. U. n° 65 del 18.03.1992), il D.M. 09.01.1996 (S.O. della G. U. n° 29 del 05.02.1996), il D.M. 14.01.2008 (S.O. della G.U. n°29 del 04/02/2008), sono sempre da ritenersi integrati con il D.M. 17.01.2018 (S.O. della G.U. n°42 del 20/02/2018).

Il presente capitolato fa riferimento alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17 Gennaio 2018 e, per quanto riguarda la sicurezza in cantiere, al D.Lgs. n.81/2008 e ss.mm.i.

E' inoltre tassativamente obbligatorio il rispetto di qualsiasi disposizione normativa che, benché non espressamente riportata nel testo, integri, modifichi o sostituisca quelle indicate.

E' altresì obbligatorio il rispetto di tutte le vigenti disposizioni normative, ancorché non direttamente citate nel testo, che regolino le forniture e le lavorazioni, nessuna esclusa, previste in progetto.

Le norme del presente Capitolato Speciale d'Appalto si intendono comunque integrate dalle note specifiche riportate negli elaborati grafici progettuali; qualora si evidenziassero discordanze fra prescrizioni di Capitolato e prescrizioni riportate negli elaborati grafici di progetto, queste ultime prevalgono.

PARTE SECONDA : PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 1) OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1 – Descrizione dei lavori

L'appalto prevede l'adeguamento della carreggiata attuale della S.P. 623 del Passo Brasa, a partire dal Km fino al km. Alla geometria prevista dalla normativa vigente sulle strade.

Si riporta una sintetica descrizione del progetto:

- Adeguamento nel primo tratto di viabilità di lunghezza pari a 176 ml., con tombamento del Canale Diamante, mediante fornitura e posa di uno scatolare prefabbricato in c.a. di dimensioni 2,50m per 1,80 m come da prescrizione del Consorzio di Bonifica Burana;
- Realizzazione di un cordolo portabarriera di sicurezza in c.a. delle dimensioni di circa 0,60 m per 0,35 m;
- Tombamento del Canale Diamante in corrispondenza di n. 5 accessi privati;
- Adeguamento con realizzazione di un cordolo a sbalzo in c.a. sul Canale Diamante, mediante la realizzazione di fondazioni profonde e cordolo in c.a., a tergo del muro esistente; fondazione superficiale in c.a. Rck 35, di dimensioni 100x80 cm; perforazione almeno di diametro pari a 350 mm profondità di 6,00 m, posa di un tubolare in acciaio Ø 219,10 mm, spessore 12 mm, lunghezza pari a 5,50 m ad interasse $i=3,00$ a quinconce con $i_{trasv}=10$ cm e successivo riempimento con cemento Rck 35;
- Ripristino del paramento del muro a sostegno della sede stradale e di separazione dal Canale Diamante, mediante la ricostruzione del profilo del muro stesso, sistemazione delle porzioni ammalorate, mediante l'utilizzo di betoncino additivato e posa di rete elettrosaldata Ø 10 20x20 cm.
- Pulizia del fondo canale con rimozione del primo strato di terreno, taglio ed estirpazione di alberi ed arbusti, sempre mantenendo le pendenze esistenti;
- Taglio di vegetazione ed alberi;
- Fresatura di 10 cm di conglomerato bituminoso, su tutto il tracciato oggetto di intervento;
- Fornitura e posa di 4 cm di conglomerato bituminoso a bassa emissione sonora;
- Installazione di barriera di sicurezza in acciaio tripla onda classe H2, livello di contenimento Lc 288 kJ, del tipo bordo ponte e su rilevato;
- Segnaletica orizzontale e ripristino di quella verticale.

CAPO 2) MATERIALI

Art. 2 – Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come da 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. 21 del Capitolato Generale.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali provverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

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 dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati. Per i materiali non indicati si rimanda agli specifici articoli riportati nel seguito.

a) Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate, e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche.

b) Leganti idraulici

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992 alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n.143 del 10/06/1965). Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici previsti dalla vigenti Norme Tecniche.

I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi* (di cui all'art.1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- 3D.M. 03.06.1968 che approva le "Nuove Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n.180 del 17.07.1968).

- D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n.353 del 27.12.1984).

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n.26 del 31.01.1985).

- D.I. 09.03.1988 n.126 "Regolamento del servizio di controllo e certificato di qualità dei cementi".

2) *Agglomerati cementizi e calci idrauliche* (di cui all'art.1 lettera D) ed E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M.31.08.1872 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche (G.U. n.287 del 06.11.1972).

c) Calci aeree - Pozzolane

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree", R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

d) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal il D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 7 (per larghezza si intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 5 per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i

conglomerati cementizi.

e) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni

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

f) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costruiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

g) Pietra naturale

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

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

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

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

h) 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.

i) Materiali ferrosi

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto, in particolare essi si distinguono in:

1) acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con il D.M. 17.01.2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;

Il ferro per cemento armato, ad aderenza migliorata, dovrà essere del tipo previsto nel progetto esecutivo delle opere d'arte. Di norma si userà acciaio B450C o B450A.

2) acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con il D.M. 17.01.2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" in applicazione dell'art.21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

3) i profili sagomati a freddo per la costruzione delle parti di parapetto e per la formazione dei paletti di recinzione di acciaio, saranno di acciaio del tipo previsto dalle vigenti normative il D.M. 17.01.2018 e ss.mm.;

4) il lamierino di ferro per la formazione di guaine per armatura da c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra-dolce e di spessore=2/10 mm.

l) Detrito di cava o tout venant di cava o di frantoio

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo.

Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni scientifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie), in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm.

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

m) Bitumi - Emulsioni bituminose.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione " Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali". Fascicolo n.3 Ed.1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)" Ed.1980.

Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 40/50, B 30/40, per asfalto colato il tipo 20/30.

n) Bitumi liquidi o flussati

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", Fascicolo n.7 - Ed. 1957 del C.N.R.

o) Teli di "geotessile"

Il telo "non tessuto" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

1) con fibre a filo continuo;

2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";

3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo "geotessile" dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- 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);

- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm. di larghezza non inferiore a 600 Nw/5 cm (1), con allungamento a rottura compreso fra il 10 e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 Nw/5 cm o a 1500 Nw/5 cm., 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 23.12.1985 e sul B.U. n.111 del 24.12.1985.

(1) Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm. e lunghezza nominale di 20 cm. 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 ciascuno gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

Art. 3 – Prove sui materiali

a) Certificato di qualità

L'Appaltatore per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc..) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

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 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 durata 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:

- 1000 mc per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi.

- 500 mc per i conglomerati cementizi.

- 50 tn. per i cementi e le calci.

- 5000 mt. 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 difforni 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 una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'art. 16 "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

c) Prove di controllo in fase esecutiva.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture dei 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 un Laboratorio ufficiale .

I campioni saranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso gli Uffici dell'Amministrazione o in luogo in accordo con la Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

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

Le prove di verifica della natura e delle qualità dei materiali utilizzati saranno in numero e tipologia rispondenti a seguenti criteri:

- calcestruzzi, murature, acciaio per carpenteria, armatura lenta e armatura precompressa

si farà riferimento alla Normativa Vigente in materia.

- piani di posa di rilevati e trincee

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione :

- per altezze di rilevato finito inferiori ad 1.00 metro: una prova di carico su piastra (Φ 30 centimetri) ed una prova di densità in sito ogni 1.500 mq;
- per altezze di rilevato finito comprese fra 1.00 e 2.00 metri : una prova di carico su piastra (Φ 30 centimetri) ed una prova di densità in sito ogni 2.000 mq;
- per altezze di rilevato finito superiori a 2.00 metri : una prova di carico su piastra (Φ 30 centimetri) ed una prova di densità in sito ogni 3.000 mq.

-materiali costituenti il corpo del rilevato

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione sul complesso del materiale di formazione del rilevato :

- analisi granulometrica : ogni 20.000 mc
- determinazione del contenuto in acqua: ogni 20.000 mc
- determinazione del Limite Liquido L.L. e dell'Indice di Plasticità I.P. : ogni 40.000 mc

Oltre a tali prove, verranno effettuati i seguenti ulteriori controlli:

corpo del rilevato

- determinazione della densità massima AASHO modificata, secondo i seguenti criteri : una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 10.000 mc per i successivi metri cubi;
- determinazione della densità in sito secondo i seguenti criteri : una prova ogni 250 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 5.000 mc per i successivi metri cubi;

ultimo strato di 30 centimetri (piano di posa della fondazione stradale)

- determinazione della densità massima AASHO modificata, secondo i seguenti criteri : una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 2.500 mc per i successivi metri cubi;
- determinazione della densità in sito secondo i seguenti criteri :una prova ogni 250 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 1.000 mc per i successivi metri cubi;
- prova di carico con piastra : una prova ogni 500 mc per i primi 5.000 mc e quindi una ogni 2.000 mc per i successivi metri cubi.

-fondazione stradale in materiale arido stabilizzato

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale :

- analisi granulometrica : ogni 500 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa;
- determinazione della densità in sito : ogni 1.500 mq di stesa;
- prova di carico con piastra : una prova ogni 1.500 mq di stesa.

-fondazione stradale in misto cementato

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale :

- analisi granulometrica : ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa;
- determinazione della densità in sito: ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero

durante la stesa;

- prova di carico con piastra : una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata;
- determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni : ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa;
- determinazione della resistenza a trazione indiretta (brasiliana) della miscela a 7 giorni di maturazione: ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa.

-conglomerati bituminosi

Si effettueranno le seguenti prove in corso d'opera:

Prove sull'aggregato:

- n. 1 prova Los Angeles (solamente per strati di base e di collegamento);
- n. 1 estrazione di bitume e analisi granulometrica;

Prove sul bitume:

- n. 1 prova di penetrazione;
- n. 1 definizione del punto di rammollimento;
- n. 1 prova di fragilità (punto di rottura Fraass solamente per strati di usura);

Prove sulla pavimentazione:

Durante la stesa

- controllo Temperatura del conglomerato bituminoso (mai inferiore a 150°C);
- prelievo del materiale per il controllo della granulometria, del contenuto di bitume della miscela e della stabilità e deformabilità attraverso la prova Marshall (UNI EN 12697/34) e/o trazione indiretta (UNI EN 12697/23)

Un controllo in fase di posa in opera è composto da almeno n. 3 prelievi eseguiti ogni 500 mq di materiale steso oppure ogni 350 t di conglomerato.

Pavimentazione Finita

- controllo dello spessore degli strati di pavimentazione mediante carotaggio;
- controllo della granulometria sul campione carotato;
- controllo percentuale del bitume sul campione carotato;
- controllo percentuale dei vuoti sul campione carotato;
- Prova di trazione indiretta sul campione carotato;
- Prova con determinazione dell'attrito radente (skid test).

Tali prove devono essere condotte in relazione allo strato della pavimentazione indicato successivamente.

CAPO 3) MOVIMENTI DI MATERIE

Art. 4 – Movimenti di terre

Ao) 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 i limiti 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 che fosse per indicare la Direzione dei Lavori, le modine o gorbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'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.

A1) Scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rilevati in genere 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 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 murature, 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.

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 presso Laboratori ufficiali secondo le indicazioni della D.L.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. - U.N.I. 10000/61963 riportate nella Tabella alla pagina seguente.

Nell'esecuzione sia degli scavi, che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in quest'ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di tele "geotessili" aventi le caratteristiche indicate nell'Art. "Qualità e provenienza dei materiali" punto O

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - UNI 10006/1963

PROSPETTO I - CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

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

Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalla argilla. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un piccolo campione di terra satura d'acqua e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

A2) 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 tratti 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 dello 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 Direzione dei Lavori, per fondazione di notevole estensione, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori, anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo d'elenco.

A3) Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m.0.20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fuggatori, ture, o con qualsiasi mezzo che rinviasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggotamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggotamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di infiltrazione dall'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per fare fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice.

L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. all G.U. n. 127 del 01/06/1988).

A4) Formazione del piano di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area d'appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvencono terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm.30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di almeno 20 cm. al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 (classifica C.N.R. - U.N.I 10006/1963), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A1 e A3.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione Lavori mediante Ordine di Servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tenere conto dell'altezza 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 d'elenco.

Per i terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Impresa a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm. 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile. Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali di rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME determinato con piastra da 30 cm. di diametro (Norme svizzere VSS_SNV 670317). Il valore di ME (1) misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

A5) Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

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:

- 1) quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3, (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm.30 al di sotto del piano di cassonetto;
- 2) quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la Direzione Lavori 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 dalla Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno al 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm.30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la

misurazione del modulo di compressibilità M_g 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.

$$(1) ME = f_0 \frac{p}{s} D^2 \quad (\text{in N/mm}^2)$$

dove:

f_0 = fattore di forma della ripartizione del costipamento per le piastre circolari = 1;

p = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm²;

D = diametro della piastra in mm;

s = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p ;

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

A6) Formazione di rilevati

1 - I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

2 - Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le terre provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei gruppi A-1, A-2, A-3 della classifica C.N.R. U.N.I. 10006, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1,A2-4,A2-5, A3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiali di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materiali dei predetti gruppi A1,A2-4,A2-5,A3, da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A4 proveniente dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne la eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia, da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a 20 cm. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm.30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

3 - Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7, si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

4 - I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

5 - Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per l'occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte di Enti preposti alla tutela del territorio.

6 - Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi in trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

7 - Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelievo di materie di cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

8 - E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie 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.

9 - Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte

degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n.3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

10 - Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm.50.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm.)

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità M_g definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella del costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 9,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

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 stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

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

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A1, A2, A3 e costipati con energia dinamica di impatto.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 - 50 kg per m³ di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

11 - Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi in cui le condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

12 - L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

13 - Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.

Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

14 - Se nei rilevati 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.

15 - Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A6, A7. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

16 - In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle di cui al punto O dell'Art. "Qualità e provenienza dei materiali" tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

A7) Formazione dei rilevati (argilla e calce)

Il corpo del rilevato stradale potrà essere costituito da materiali, provenienti da cave di prestito o presenti in sito, con contenuto di materiale organico non superiore al 3% e classificabili, secondo la normativa CNR-UNI 10006, come appartenenti alle seguenti categorie :

- 1) A5 con $I_p > 8$;
 - 2) A6 e A7;
 - 3) A2/6 e A2/7 con una frazione passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%; se stabilizzati a calce del tipo viva o idrata.
- Le modalità di impiego e la scelta della miscela dovranno essere del tipo di seguito elencate.

A) COSTITUZIONE DELLA MISCELA

L'individuazione della miscela più idonea all'impiego dovrà essere indicata alla Direzione Lavori come scaturita dalla serie di indagini di laboratorio, eseguite presso laboratori ufficiali o presso il centro sperimentale di Cesano, di seguito descritte :

- 1) consumo iniziale di calce (CIC) determinato secondo la norma ASTM C977-92, non inferiore all'1,50%;
- 2) presenza percentuale di solfati (SO_3), determinati secondo le norme UNI 8520 parte II, non superiore al 4.00 %;
- 3) reattività della terra alla calce per le frazioni inferiori a 2 micron, determinata secondo esame diffrattometrico, eseguito su campioni tal quali dopo trattamento sottovuoto con glicole etilico;
- 4) verifica delle caratteristiche, mediante esami chimici e fisici di controllo, della calce che dovrà risultare del tipo indicato in tabella nr. 1, (valori percentuali in peso)

Tab. 1

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO ₂	≤ 5 %	---
(CaO + MgO) totali	≥ 84 %	---
Titolo in Idrati	---	≥ 85 %
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +SO ₃	≤ 5 %	≤ 5 %
Pezzatura	≤ 2 mm	---
Passante al setaccio con luce netta da :	200 μ m ≥ 90 %	90 μ m ≥ 85 %

- 5) determinazione del limite liquido e plastico, secondo la norma CNR UNI 10014, della terra in sito e della miscela, si riterrà idonea ad essere impiegata una terra che, dopo stabilizzazione presenti un abbattimento dell'indice di plasticità I_p del 25%;
- 6) determinazione del valore C.B.R. su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1, compattati secondo AASHTO mod. T 180 e rispettivamente tenuti a maturare 7 giorni in aria a $20^\circ \pm 1^\circ C$ e U.R. > 95% (pre-saturazione), oppure come sopra e poi saturati 4 giorni in acqua a $20^\circ \pm 1^\circ C$ (post-saturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del CIC;

Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

- a) per la formazione del corpo del rilevato esclusi gli ultimi 50 cm :

nel caso di pre-saturazione C.B.R. ≥ 50

nel caso di post-saturazione C.B.R. ≥ 30 e rigonfiamento ≤ 2%

- b) per la formazione di sottofondazioni :

nel caso di pre-saturazione C.B.R. ≥ 70

nel caso di post-saturazione C.B.R. ≥ 50 e rigonfiamento ≤ 1,5%

- 7) determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera, eseguita su provini apribili del tipo C.B.R., secondo B.U. CNR N. 29 compattati secondo AASHTO Mod. T 180, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti 7 giorni in aria a $20^\circ \pm 1^\circ C$ e U.R. > 95%.

Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

- a) per la formazione del corpo del rilevato :

resistenza a compressione $R_c \geq 0,80$ MPa

- b) per la formazione di sottofondazioni :

resistenza a compressione $R_c \geq 1,20$ MPa

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori i risultati ottenuti dalla predette prove e quindi, acquista l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa che il quantitativo minimo di calce non dovrà mai essere inferiore all' 1,50 % in peso, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa.

B) POSA IN OPERA

L'operazione di miscelazione, eseguita dopo la posa in opera della terra in strati di altezza massima pari a 30 cm, dovrà essere preceduta, se necessario, da quella di frantumazione della terra in sito, ottenuta mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 5 UNI superiore al 63 %.

Terminata l'operazione si dovrà stabilire l'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

In presenza di valori che si discostano dal valore di umidità ottima, determinato a seguito delle prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, in valore assoluto maggiori del $\pm 2\%$, si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad annaffiare il terreno se troppo asciutto, per raggiungere il grado di umidità desiderato.

Acquisita l'umidità ottima o comunque compresa nel range sopra definito, si procederà alla stesa della calce, mediante impiego di apposita attrezzatura a coclea, nella misura a metro quadrato tale da raggiungere la percentuale prevista in sede di progetto della miscela.

L'operazione sopra descritta non dovrà mai essere effettuata in presenza di forte vento per garantire la sicurezza del personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela.

La miscelazione tra terra e calce potrà avvenire anche presso impianti fissi ubicati nelle vicinanze della cava di prestito.

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione eseguendo un adeguato numero di passate di pulvimixer al fine di ottenere una miscela continua ed uniforme per poi passare alla rullatura eseguita con rulli a piastre e a punta e/o carrelli pigiatori gommati.

La Direzione Lavori accerterà il raggiungimento del grado di compattazione attraverso prove in sito del peso di volume e del modulo di deformazione (Md). Tali prove saranno richieste con la frequenza di :

– Md : ogni 250 metri di strato finito

– Peso volume : ogni 2000 mc di materiale lavorato

Si riserva inoltre di eseguire prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato.

La Direzione Lavori riterrà idonei i seguenti valori :

1) densità in sito B.U. CNR N.22 pari al 92% della densità Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo AASHTO mod. T 180 e confezionati con la stessa miscela prelevata in sito;

2) valori di Md, ottenuti mediante piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n. 146) :

– per il corpo del rilevato non inferiori a 20 N/mm² nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm²;

– per il piano di sottofondazione non inferiori a 50 N/mm² nel ciclo di carico compreso tra 0,15 N/mm² e 0,25 N/mm²

3) per le prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato si potranno accertare valori non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto.

Per il solo caso di sottofondazione si dovrà prevedere la realizzazione di uno strato protettivo da mettere in opera prima della realizzazione della sovrastruttura stradale.

L'Appaltatore, concordandolo con la Direzione Lavori potrà seguire una delle seguenti tecniche.

1) strato di sabbia bagnata di 3 ÷ 4 cm di spessore;

2) manto di protezione di bitume liquido BL 350-700 (BU CNR n.7) in ragione di 1,00 Kg/m²

3) emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 (BU CNR n.3) in ragione di 1,80 Kg/m²

Il periodo di maturazione della miscela non potrà essere inferiore a 7 giorni.

Nel caso di impiego dello strato protettivo in sabbia si dovrà provvedere alla sua rimozione.

A8) Stabilizzazione dei piani di posa dei rilevati e delle fondazioni stradali in trincea

I piani di posa avranno l'estensione dell'intera area di appoggio del rilevato ovvero della fondazione stradale nel caso di sezione in trincea, e potranno essere continui o gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori. Le quote dei suddetti piani saranno stabilite di volta in volta dal progettista dell'opera e saranno raggiunte praticando i necessari scavi di sbancamento.

Nel caso, alla predetta quota si rilevi la presenza di terreni con contenuto di materiale organico non superiore al 3.00 % e classificabili, secondo la normativa CNR-UNI 10006, come appartenenti alle seguenti categorie:

1) A5 con Ip > 8

2) A6 e A7

3) A2-6 e A2-7 con una frazione passante al setaccio 0,40 UNI non inferiore al 35%

La Direzione Lavori, se lo riterrà opportuno, potrà commissionare all'appaltatore un'indagine sperimentale atta a stabilire la reattività della terra in sito con la calce, e quindi ordinare la miscelazione/stabilizzazione della stessa con calce viva o idrata.

Le modalità di impiego e la scelta della miscela dovranno essere del tipo di seguito elencate.

A) COSTITUZIONE DELLA MISCELA

L'individuazione della miscela più idonea all'impiego dovrà essere indicata alla Direzione Lavori come scaturita dalla serie di indagini di laboratorio, eseguite presso laboratori ufficiali o presso il centro sperimentale di Cesano, di seguito descritte :

- 1) consumo iniziale di calce (CIC) determinato secondo la norma ASTM C977-92, non inferiore all'1,50%;
- 2) presenza percentuale di solfati (SO₃), determinati secondo le norme UNI 8520 parte II, non superiore al 4.00 %;
- 3) reattività della terra alla calce per le frazioni inferiori a 2 micron, determinata secondo esame diffrattometrico, eseguito su campioni tal quali dopo trattamento sottovuoto con glicole etilico;
- 4) verifica delle caratteristiche, mediante esami chimici e fisici di controllo, della calce che dovrà risultare del tipo indicato in tabella (valori percentuali in peso) :

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO ₂	≤ 5 %	---
(CaO + MgO) totali	≥ 84 %	---
Titolo in Idrati	---	≥ 85 %
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +SO ₃	≤ 5 %	≤ 5 %
Pezzatura	≤ 2 mm	---
Passante al setaccio con luce netta da :	200 μ m ≥ 90 %	90 μ m ≥ 85 %

- 5) determinazione del limite liquido e plastico, secondo la norma CNR UNI 10014, della terra in sito e della miscela, si riterrà idonea ad essere impiegata una terra che, dopo stabilizzazione presenti un abbattimento dell'indice di plasticità Ip del 25%;
- 6) determinazione del valore C.B.R.. su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1, compattati secondo AASHTO mod. T 180 e rispettivamente tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° ± 1° C e U.R. > 95 % (pre-saturazione), oppure come sopra e poi saturati 4 giorni in acqua a 20° ± 1° C (post-saturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del CIC;

Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

- a) per la formazione del corpo dei piani di posa dei rilevati :

nel caso di pre-saturazione C.B.R. ≥ 50

nel caso di post-saturazione C.B.R. ≥ 30 e rigonfiamento ≤ 2%

- b) per la formazione di piani di sottofondazione :

nel caso di pre-saturazione C.B.R. ≥ 70

nel caso di post-saturazione C.B.R. ≥ 50 e rigonfiamento ≤ 1,5%

- 7) determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera, eseguita su provini apribili del tipo C.B.R., secondo B.U. CNR N. 29 compattati secondo AASHTO Mod. T 180, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti 7 giorni in aria a 20° ± 1°C e U.R. > 95%.

Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

- a) per la formazione di piani di posa di rilevati :

resistenza a compressione Rc ≥ 0,8 MPa

- b) per la formazione di piani di sottofondazione :

resistenza a compressione Rc ≥ 1,2 MPa

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori i risultati ottenuti dalle predette prove e quindi, acquisita l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa comunque che il quantitativo minimo di clce non dovrà mai essere inferiore all' 1,5% in peso, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa.

B) STABILIZZAZIONE

L'operazione di miscelazione, dovrà essere preceduta, da quella di frantumazione della terra in sito, ottenuta mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 5 UNI superiore al 63%.

Terminata l'operazione si dovrà stabilire l'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

In presenza di valori che si discostano dal valore di umidità ottima, determinato a seguito delle prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, in valore assoluto maggiori del ± 2%, si procederà ad una nuova erpicata in caso di eccesso di umidità, oppure ad annaffiare il terreno se troppo asciutto, per raggiungere il grado di umidità desiderato.

Acquisita l'umidità ottima o comunque compresa nel range sopra definito, si procederà alla stesa della calce, mediante l'impiego di apposita attrezzatura a coclea, nella misura a metro quadrato, in funzione dell'altezza dello strato da stabilizzare, tale da raggiungere la percentuale prevista in sede di progetto della miscela.

L'operazione sopra descritta non dovrà mai essere effettuata in presenza di forte vento per garantire la sicurezza personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela.

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione eseguendo un adeguato numero di passate di pul-

vimixer al fine di ottenere una miscela continua ed uniforme per poi passare alla rullatura eseguita con rulli a piastre e a punta e/o carrelli pigiatori gommati.

La Direzione Lavori accerterà il raggiungimento del grado di compattazione attraverso prove in sito del peso di volume e del modulo di deformazione (Md). Tali prove saranno richieste con la frequenza di :

- Md : ogni 250 metri di strato finito
- Peso volume : ogni 2000 mc di materiale lavorato

Si riserva inoltre di eseguire prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato.

La Direzione Lavori riterrà idonei i seguenti valori :

1) densità in sito B.U. CNR N.22 pari al 92% della densità Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo AASHTO mod. T 180 e confezionati con la stessa miscela prelevata in sito;

2) valori di Md, ottenuti mediante piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n. 146) :

- per piani di posa dei rilevati non inferiori a 20 N/mm² nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm² e 0,15 N/mm²;

- per piani di sottofondazione non inferiori a 50 N/mm² nel ciclo di carico compreso tra 0,15 N/mm² e 0,25 N/mm²

3) per le prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato si potranno accettare valori non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto. Per il solo caso di sottofondazione, in trincea, si dovrà prevedere la realizzazione di uno strato protettivo da mettere in opera prima della realizzazione della sovrastruttura stradale.

L'Appaltatore, concordandolo con la Direzione Lavori potrà seguire una delle seguenti tecniche :

1) strato di sabbia bagnata di 3 ÷ 4 cm di spessore;

2) manto di protezione di bitume liquido BL 350-700 (BU CNR n.7) in ragione di 1,00 kg/m²

3) emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 (BU CNR n.3) in ragione di 1,80 Kg/m²

Il periodo di maturazione della miscela non potrà essere inferiore a 7 giorni.

Nel caso di impiego dello strato protettivo in sabbia si dovrà provvedere alla sua rimozione.

Art. 5 – Disboscamento, decespugliamento e taglio di vegetazione selettivo

Il disboscamento ed il taglio di vegetazione potranno eseguirsi in due modi:

A) Manualmente con l'impiego di attrezzi da taglio, motoseghe, decespugliatori, manovrati direttamente dall'uomo.

B) Meccanicamente con l'impiego di macchine operatrici attrezzate con barre a coltelli taglienti snodati, azionati da motore o motore idraulico con presa di forza della macchina operatrice o con proprio motore ausiliario. Il taglio dovrà avvenire il più possibile rasente al suolo con successiva cernita, accumulo del materiale di risulta e sua abbruciatura ove possibile, ovvero, a discrezione della D.L. fatto caricare e trasportare a rifiuto a cura dell'impresa. Il materiale che sfuggerà alla raccolta non dovrà avere quantità superiori a quelle che possono essere facilmente e rapidamente biodegradate dal corso d'acqua.

L'operatività in presenza di strade pubbliche e/o comunque di terzi, non adibiti al cantiere, dovrà essere regolata con opportuni segnali e con personale dell'impresa che mantenga i non addetti ai lavori a distanza di sicurezza dalla zona di taglio.

Nel caso in cui per eventi di piena anche improvvisi, si verificassero trasporti di materiale tagliato e non ancora allontanato dall'alveo, l'impresa è responsabile di tutti i danni che tale materiale potrà provocare lungo l'asta del corso d'acqua e dovrà comunque andare a recuperarlo a propria cura e spesa.

CAPO 4) OPERE IN C.A. E PREFABBRICATE

Art. 6 – Rilevati e rinterri addossati alle murature e riempimenti con pietrame

Per i rilevati addossati alle murature o muri in calcestruzzo, occorrerà usare ogni diligenza per favorire una omogenea compattazione degli stessi.

La compattazione dovrà essere effettuata per strati con piastra vibrante di peso adeguato e fino al raggiungimento delle densità richieste (95% AASHO mod. per rinterri sotto strade e 90% negli altri casi).

E' vietato addossare terrapieni o riempimenti a murature od a opere in c.a. prima del raggiungimento della resistenza adeguata.

Per emungere le acque sotterranee ricadenti a tergo dei manufatti è necessaria la costruzione di opere drenanti che consentano un' appropriata regimazione delle acque e convogliamento delle stesse al di fuori della struttura.

Il drenaggio multistrato tradizionale è costituito da strati di materiali lapidei di varia pezzatura e più precisamente pietrisco 20/40-40/70 mm e granulato 3/6-8/12 mm, il tutto addossato alla parete retrostante il manufatto.

Per una migliore regimazione e scarico delle acque è opportuno collocare alla base del drenaggio e per tutta la lunghezza del manufatto una tubazione in acciaio o in pvc di diametro appropriato, che va proseguita all'esterno della struttura.

Oltre al sistema tradizionale il drenaggio a tergo di manufatti può essere realizzato con telo geocomposito disposto verticalmente a contatto con le strutture, costituito da anima drenante accoppiata a due filtri di geotessile.

La funzione drenante sarà svolta da una geostuoia tridimensionale a struttura cuspidata composta da monofili di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto.

La geostuoia, larga 200 cm, sarà accoppiata termicamente, lungo tutta la superficie, a due geotessili in polipropilene.

Ogni geotessile avrà larghezza non inferiore a 210 cm e massa areica non inferiore a 140 g/mq; la sua permeabilità sarà dell'ordine di 10⁻³ m/sec.

La resistenza a trazione longitudinale del geocomposito sarà non inferiore a 18,4 kN/m, mentre il valore di resistenza a punzonamento CBR sarà non inferiore a 3000 N.

Art. 7 – Malte cementizie

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

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con 400 kg di cemento per 1 mc di sabbia e passante 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 mc. di sabbia; quelle per intonaci, con 400 kg di cemento per 1 mc 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 fornire 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. 8 – Conglomerati semplici e armati (normali e precompressi)

a) Generalità

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini indicati dalla Direzione Lavori.

Per la determinazione della portata dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare l'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della legge 5 Novembre 1971, n°1086 "Norme per disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n.321 del 21.12.1971);
- del D.M. 14 Febbraio 1992" Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U.n.65 del 18.03.1992);
- della legge 2 Febbraio 1974, n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"(G.U n.76 del 21.03. 1974);
- del D.M. 19.06.1984 n.24771 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n.26 del 31.01.1985);

- del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche (G.U. n.108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 10.07.1986;
- del D.M.4 Maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n.24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.34233 del 25.02.1991;
- del Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori:

- a) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;
- b) i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua- cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti e di avere effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. "Prove dei materiali".

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

b) Componenti

Cemento - Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamanti al comma b) del precedente Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato fuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscele fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione di cui all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali". Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

Inerti - Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'art. "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistosi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.)

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm. di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Acqua - Provverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minor quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Additivi - La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare

c) Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione della resistenza a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste nelle Norme Tecniche del D.M. 17 gennaio 2018.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n°3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n.2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre opere.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso laboratori ufficiali

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore di R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, 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 dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in 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 Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso, sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla R_{ck} la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI 6126-72 e con le frequenze di cui all'allegato 2 del D.M. 14 febbraio 1992 campioni di materiale e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle Norme UNI 7163-79;
- b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle

norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllato l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm, si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa 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 in peso del materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente :

- 1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione dei Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 mq; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice volta per volta;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscano dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;
- 4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- 5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina;

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro, direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura a compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132-72).

d) Confezione

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I sili del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesatura senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai

requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo C).

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163-79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (vale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0° C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

e) Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o alla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm. e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

f) Posa in opera

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura del materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale dei lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare le segregazioni. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm. ottenuti dopo la vibrazione. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

E' vietato scaricare il conglomerato in unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza di acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

g) Stagionatura e disarmo

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche attualmente vigenti.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

h) Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

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 irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro ed eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo conto delle particolarità delle struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotto, ecc.).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi, allegato al presente Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone, poliuretano, poliossipropilene, poliossicloloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleo resinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla

ponte obliquo). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera .

Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque e d'infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

i) Predisposizione di fori, tracce e cavità, ecc.

L'impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

l) Manufatti prefabbricati prodotti in serie (in cls normale o precompresso, misti laterizi e cemento armato, e metallici)

- D.M. 14 febbraio 1992 - parte terza

- Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art.9 della legge 5 novembre 1971, n.1086, dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalle legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art.9. anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto nel precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art.9 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti d'impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art.6 della legge 5 novembre 1971, n.1086.

m) Conglomerati cementizi preconfezionati

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163 - 79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Ufficiali di cui all'Art20 della Legge 5 novembre 1971, n.1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale della Amministrazione, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per potere effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi ed i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

n) Prescrizioni particolari relative ai cementi armati ordinari

Si richiama quanto è stato prescritto nelle "Generalità" all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di presentare, per il preventivo benestare della Direzione dei Lavori, nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in c.a. e delle centine ed armature di sostegno redatti da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella posa delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento vengano costruite in prossimità dei litorali marini, osserveranno le prescrizioni previste dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018", inoltre :

- a) gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi dovranno, altresì, lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalla predette sostanze nocive;
- b) il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;
- c) subito dopo la sformatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiaccia fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.)

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.

o) Prescrizioni particolari relative ai cementi armati precompressi

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le norme contenute nel Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

In particolare nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

- 1) la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;
- 2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm.2 di lato;
- 3) l'essudazione non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- 4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4000-5000 giri/min con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). E' proibito l'impasto a mano;
- 5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;
- 6) è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Eguale dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

p) prescrizioni particolari sulla composizione dei calcestruzzi da impiegarsi in ambienti aggressivi (presenza di sali disgelanti, gelo e disgelo e presenza di acqua)

I calcestruzzi da impiegare per la costruzione di solette, marciapiedi, cordoli, di ponti e viadotti, soggetti alla aggressione dei sali disgelanti ed alla azione dell'acqua (carbonatazione, dilavamento, gelo-disgelo) dovranno avere le seguenti caratteristiche (norma UNI 9858)

- un rapporto a/c non superiore a 0,50;
- la non gelività degli aggregati;
- la presenza di un certo volume d'aria (4-6%);
- la impermeabilità del calcestruzzo;
- un dosaggio di cemento non inferiore a 300 e 200 kg/mc rispettivamente per strutture armate e non;
- Resistenza caratteristica (Rckd) richiesta per la durabilità delle opere esposte all'ambiente aggressivo precedentemente indicato.

Struttura in calcestruzzo	325 Pt	Rckd (Mpa) con cemento						copriferro minimo (mm)
		325 Pz	325 Af	425 Pt	425 Pz	425 Af	525 Pt	
normale	30	28	28	37	37	37	45	----
armato	30	28	28	37	37	37	45	40
precompresso	30	28	28	37	37	37	45	50

Al fine di evitare i danni derivati dalla presenza di cloruro di sodio e di calcio, entrambi impiegati come sali disgelanti stradali, verranno impiegati cementi d'alto forno ad alto contenuto di loppa (almeno 50%) o in alternativa la presenza di fumo di silice (almeno il 15%) accanto al cemento Portland

q) Caratteristiche del calcestruzzo armato con fibre d'acciaio

La quantità dello spritz - fibroarmato viene verificata mediante prove di:

- 1) resistenza a compressione;
- 2) capacità di assorbimento di energia.

Pannelli di prova devono essere collocati in casseforme apposite, posizionate verticalmente e impossibilitate a vibrare. La dimensione dei pannelli di prova sarà 60x60x10 cm.

Verranno prelevate carote dai pannelli con spessore 15 cm per la determinazione della resistenza a compressione

Con pannelli di spessore 10 cm.. saranno realizzate le prove di assorbimento dell'energia mediante il test di punzonamento.

Le prove di compressione sono effettuate con carote aventi diametro e altezza di 10 cm. Le prove saranno eseguite in accordo con la normativa vigente. La resistenza minima sarà di 25 N/mmq.

La determinazione dell'energia assorbita viene realizzata con la prova di punzonamento: l'energia assorbita deve essere almeno pari a 500 J.

r) Classe di esposizione

La classe di esposizione serve per confezionare il calcestruzzo fresco con quelle proprietà indispensabili per rendere l'elemento costruttivo durabile nel tempo. Le azioni dell'ambiente possono portare l'elemento costruito ad un precoce degrado, il calcestruzzo indurito deve quindi essere progettato per le condizioni tipiche dell'ambiente nel quale sarà esposto.

La norma UNI EN 206-1014 "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità" e UNI 11104 "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità: istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206" definisce la classe di esposizione del calcestruzzo in funzione delle condizioni ambientali cui l'elemento di calcestruzzo è esposto durante la vita in servizio come riportato nella tabella

seguinte.

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo																		
UNI 11104:2016	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
						XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3							
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45			
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)											b)	4,0 a)						
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza ai UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati. c)		

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CENrS 12390 -9, UNI CENrR 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dupper >20mm; per Dupper inferiori il limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm).
 Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.
 c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.
 d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

Chi ordina il calcestruzzo fresco o colui che progetta l'elemento dovrà indicare la classe di esposizione più severa, classe cui corrispondono valori caratteristici raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo cui il produttore deve attenersi.

La durabilità del calcestruzzo è la capacità di durare nel tempo, resistendo alle azioni aggressive dell'ambiente, agli attacchi chimici, all'abrasione o ad ogni altro processo di degrado che coinvolga oltre alla pasta cementizia anche le eventuali armature metalliche.

Art. 9 – Acciaio per c.a. e per c.a.p.

Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite: dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”, che approva il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, allegato al presente decreto.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 17 Gennaio 2018.

L'unità di collaudo per acciai in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 t.max; ogni partita minore di 25 t. deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t., spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensioni, meccaniche di formazione).

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M. 17 Gennaio 2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal dal Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”.

CAPO 6) MURATURE E STRUTTURE VERTICALI omissis

CAPO 7) PONTEGGI E OPERE PROVVISORIALI

Art. 10 – Ponteggi, impalcature, palancole

a) Opere provvisoriali

Generalità:

Tutti i ponteggi, le sbadacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisori, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza e della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L..

Ponteggi ed impalcature

Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisoriali atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dalle vigenti normative in materia.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi; egli, inoltre, dovrà fare rispettare tutte le prescrizioni previste dalle norme in vigore.

Ponteggi in legno

Sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale con la sola eccezione per quelli di pronto utilizzo;

- i montanti, costituiti da elementi, accoppiati, dovranno essere fasciati con reggette metalliche (acciaio dolce) fissate con chiodi o con ganasse (traversini in legno).

Gli elementi dei montanti dovranno essere sfalsati di almeno un metro.

L'altezza dei montanti dovrà superare di almeno ml. 1,20 l'ultimo piano di ponte o il piano di gronda e la distanza fra i montanti non sarà superiore a metri 3,60;

- l'intera struttura dovrà risultare perfettamente verticale o leggermente inclinata verso la costruzione, assicurata solidamente alla base dei montanti ed ancorata alla costruzione in corrispondenza di ogni due piani di ponte e di ogni due file di montanti;

- i correnti (elementi orizzontali di tenuta), collocati a distanze non superiori a due metri, dovranno poggiare su gattelli di legno ed essere fissati ai montanti mediante piattine di acciaio dolce e chiodi forgiati o apposite squadre in ferro (agganciaponti);

- la distanza fra due traversi consecutivi (poggiati sui correnti e disposti perpendicolarmente alla muratura) non sarà superiore a ml. 1,20;

- gli intavolati da utilizzare per piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituiti da legname sano, privo di nodi passanti o fessurazioni, avente fibre con andamento parallelo al loro asse longitudinale e dimensioni adeguate al carico (non inferiore a 4 cm. di spessore e 20 cm. di larghezza).

Gli intavolati dovranno poggiare su almeno quattro traversi senza parti a sbalzo, essere posti a contatto con i montanti ed essere distaccati dalla costruzione non più di 20 cm..

- i parapetti saranno costituiti da una o più tavole il cui margine superiore sarà collocato nella parte interna dei montanti a non meno di metri 1 dall'intavolato;

- le tavole fermapiedi, da collocare in aderenza al piano di calpestio, avranno un'altezza di almeno 20 cm.

Ponteggi metallici

L'Appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere.

Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dalla vigente normativa;

- le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta;

- l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di aria non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico. La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante;

- i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale; ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia a sforzi di trazione che di compressione;

- i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguate a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;

- i montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml. 1,80 da asse ad asse;
- per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto;
- gli intavolati andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

Puntelli

Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'Appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali.

In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

Palancole tipo Larssen

noleggio

Il noleggio mensile delle palancole verrà compensato con il relativo prezzo di Elenco; In esso sono compresi: il trasporto delle palancole a piè d'opera, la preparazione mediante rivestimento di bitume, il magazzinaggio e la ripresa.

La contabilizzazione sarà fatta sulla base dei metri quadri ottenuti moltiplicando lo sviluppo della palanca, misurato secondo la sezione normale alla altezza, per l'altezza effettiva della palanca.

infissione

L'infissione e l'estrazione delle palancole verranno compensate con il relativo prezzo di Elenco; in esso sono compresi: la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessari per la esecuzione del lavoro, lo sfrido dei materiali dovuto a rottura, guasti, o all'impossibilità di recupero; in genere ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

CAPO 8) PALIFICATE DI FONDAZIONE

Art. 11 - Palificate di fondazione

a) Generalità.

I pali da adottare per le opere comprese nel lotto di lavori oggetto delle presenti Norme Tecniche saranno del tipo trivellato a grande diametro e micropali. Resta inteso che la D.L., a seguito delle risultanze di specifiche indagini geotecniche da effettuare a cura e spese dell'Impresa a norma delle presenti Norme Tecniche, ha facoltà di determinare numero, lunghezza, diametro e tipo dei pali stessi e l'Impresa non potrà accampare alcun pretesto o pretendere compensi di sorta per sole variazioni.

a1) Tolleranze geometriche.

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quelli di progetto più del 5% del diametro nominale del palo e comunque non oltre 5 cm. salvo diversa indicazione della D.L.

La verticalità d'inclinazione di progetto dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di calcestruzzo assorbito rilevate con la frequenza indicata dalla D.L. sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra $-0.01 \varnothing$ e $0,1 \varnothing$;
- per ciascuna sezione di pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra $-0.01 \varnothing$ e $0.1 \varnothing$.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della D.L. si rendessero necessarie per avviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

a2) Preparazione del piano di lavoro, tracciamento.

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati dalla perforazione, possano recar danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Analoga attenzione dovrà essere prestata a possibili inquinamenti di superficie o della falda da parte di una incontrollata discarica dei detriti e/o dei fanghi bentonitici.

Se considerato necessario dalla D.L. in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dell'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla D.L. dall'Impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

a3) Armatura dei pali.

Si useranno di norma barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti. Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanzieri non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm., disposti a intervalli longitudinali non superiori a 2,5 m.

b) Pali

b1) Pali prefabbricati in c.a.

La D.L. 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 determinare la capacità portante; l'onere di queste infissioni di saggio è stato tenuto in conto dalla determinazione dei prezzi di elenco; 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 la infissione, sarà demolito oppure asportato, e sostituito da altro a cura e spese dell'Impresa; questa non verrà compensata per il palo inutilizzato, salvo quanto precisato in elenco prezzi e relativo alla valutazione di tale categoria di lavoro.

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 D.L., nè l'Impresa è autorizzata, in alcun caso, a recidere il palo senza averne avuta l'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 D.L. e conservato a cura di quest'ultima per essere allegato agli atti da inviare al Collaudatore.

b2) Pali speciali (battuti o pressati) in conglomerato cementizio costruiti in opera.

La realizzazione del cavo destinato a ricevere il calcestruzzo avverrà sotto l'effetto di un maglio battente su di una 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.

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.

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 e 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.

b3) Pali a piccolo e 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.

In particolare per i pali a 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 con le modalità di cui al precedente punto "Pali speciali"; oppure adottando sistemi di tipo "prepakt", o simili: in tal caso l'estremità inferiore della tubazione di mandata sarà mantenuta costantemente immersa entro la massa di calcestruzzo fresco per almeno 2 metri, onde evitare fenomeni di disinnescamento.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta 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 sino alla quota di sottoplinto.

b4) Pali a grande diametro con 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 essere eseguito esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione a seconda della natura del terreno.

Per quanto riguarda le modalità di getto del conglomerato, la rasatura delle teste dei pali ecc, vale quanto prescritto al precedente paragrafo (b3) Pali a piccolo e grande diametro, trivellati) mentre per quanto riguarda le caratteristiche che devono presentare i fanghi bentonitici vale quanto riportato più avanti nel presente Capitolato.

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dell'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima tra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.) sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

La perforazione a secco senza rivestimento non è di norma ammessa, salvo ed esclusivamente, previa comunicazione alla Direzione lavori, nei terreni coesivi caratterizzati da valori della coesione non drenata $c_u \geq Y H/3$, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessanti da ingresso di acqua nel foro ($Y =$ peso di volume totale). Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto di sabbia, ed alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (es. cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

1. eiettore (air lifting);
2. pompa sommersa per fanghi;
3. pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi e per conseguire un adeguato immersionamento in sub-strati di roccia dura si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma adeguata per la guida dell'utensile. In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare. L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto fino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

c) Micropali

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro non maggiore di 250 mm. con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

tipo a) Riempimento a gravità;

tipo b) Riempimento a bassa pressione;

tipo c) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

tipo a) per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 2000 Kg/cm²;

tipi b) e c) per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 2000 Kg/cm².

In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30t) anche in terreni poco addensati.

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla D.L. prima dell'inizio della costruzione dei micropali da pagarsi con i prezzi di elenco.

La sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella del progetto.

Il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

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

La perforazione deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto: in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della D.L.

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.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria, per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

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.

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 6 e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

In caso di utilizzo di armature tubolari si useranno tubi di acciaio senza saldatura longitudinale.

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

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere sconvolti 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 di spessore minimo 3,5 mm. aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm.) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. La valvola più bassa sarà posta subito dopo il fondello che occlude la base del tubo. Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm., posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

c1) Formazione del fusto del micropalo.

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati internamente in roccia, senza la presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

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

c2) Riempimento a gravità.

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione

disceso fino a 10 -15 cm. dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o 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 il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm.; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato sulla base del tubo di armatura del palo.

c3) 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 descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (5-6 Kg/cmq) 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 dall'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 d'aria agli ultimi 5-6 m. di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

c4) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

c4.1) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvola e le parti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;

c4.2) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

c4.3) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietterà valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo, senza superare, durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");

c4.4) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

c4.5) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle 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 7 Kg/cmq.

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

c5) Caratteristiche della malta e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali.

Rapporto acqua/cemento: 0,5.

Resistenza cubica: $R_{bk} >= 300$ Kg/cmq.

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 le paste 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 mc. di impasto;

- per le paste Kg. 900 di cemento per mq. 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.

c6) Controlli e misure.

La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di sottopinto, verrà misurata in doppio modo:

1) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

2) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq 0,10$ m.; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Il peso delle armature verrà determinato:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407-69;

- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base al peso effettivo dei tubi posti in opera.

In corso d'iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico (mediante la bilancia descritta al punto 11.4.1 e la decantazione (bleeding) mediante buretta

graduata di diametro ≥ 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cmc il peso specifico del cemento e 2,65 g/cmc quello degli inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm. di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della D.L.

c7) Documentazione dei lavori.

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la D.L. di un'apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione ;
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura ;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione.

d) Prova di carico

Le prove di carico saranno effettuate nel numero che la D.L. crederà opportuno disporre in rapporto alle formazioni geologiche interessate.

Tale numero resta comunque determinato, come previsto dal D.M. 11 marzo 1988 (sull'indagine, progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di fondazione) pubblicato sul Supplemento alla G.U. n.127 del 1.6.1988, in una prova per ogni serie di 100 pali ed in ogni caso con un minimo di 2 prove per ogni singolo manufatto, prove che l'Impresa è tenuta ad effettuare a sua cura e spese. Eventuali prove ordinate oltre tale limite dalla D.L., verranno compensate a parte.

Il carico di prova sarà di norma pari a 1,5 volte il carico di esercizio. La D.L. si riserva la facoltà di aumentare fino a 2 tale coefficiente per tener conto del comportamento di gruppo della palificata in rapporto alle caratteristiche del terreno di fondazione.

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.

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 raggiunto la stagionatura prescritta.

Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato avente la superficie superiore ben spianata 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; quest'ultimo sarà realizzato con un cassone zavorrato, oppure con putrelle, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile.

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 in prova.

Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire di 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 D.L. 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 uguali.

L'equilibrio del cassone di zavorra 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 D.L. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri ed il diagramma carichi-cedimenti.

e) Verifiche geotecniche.

Individuati d'intesa con la D.L. i pali da sottoporre a prova di carico, saranno effettuati nel corso della loro escavazione, prelievi sistematici di campioni indisturbati delle varie formazioni geologiche interessate dal palo in modo da poter determinare presso un Laboratorio ufficiale i parametri caratteristici dei terreni stessi e verificare così la rispondenza dei valori assunti in progetto con quelli effettivamente riscontrati all'atto esecutivo. Dei prelievi effettuati sarà redatto apposito verbale ed i certificati delle prove effettuate saranno allegati agli atti di contabilità.

Di tali oneri si è tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

f) Controlli esecutivi.

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la Direzione Lavori procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottopinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

Al fine di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali senza compromettere l'integrità strutturale, la D.L. può ordinare l'esecuzione di:

- Prove geofisiche;
- Carotaggio continuo meccanico;
- Scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

f1) Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di grande diametro ≥ 700 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo del palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 2% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle norme tecniche d'appalto.

Sui pali prescelti per le prove lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Gli stessi saranno pari ad almeno due per pali aventi diametro ≤ 1200 mm. e pari ad almeno tre per diametri superiori. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

f2) Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro. Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle norme tecniche d'appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

f3) Scavi attorno al fusto del palo.

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei

primi 4.0 - 5.0 m. di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quelli pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti norme tecniche d'appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

g) 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 temperatura 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 t/m³.

L'Impresa dovrà comunque 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, l'Amministrazione ricorrerà ad un Laboratorio ufficiale.

Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato ed utilizzato in accordo alle modalità seguenti:

a) Bentonite in polvere

La bentonite avrà le caratteristiche minime indicate:

b) Residuo al vaglio da 10.000 maglie/cm \leq 1%

c) Tenore di umidità \geq 15%

d) Limite di liquidità \geq 400%

e) Viscosità Marsh della sospensione al 6% in acqua distillata \geq 40°

f) Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore \leq 2%

g) Acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6% in 30 a 7 bar \leq 18 cc

h) pH dell'acqua filtrata $7 < \text{pH} < 9$

i) Spessore del cake sul filtro della filtro-pressa \leq 2,5 mm

La scelta del tipo di bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Preparazione dei fanghi bentonitici

I fanghi saranno ottenuti per idratazione della bentonite sopra descritta in acqua chiara di cantiere conforme ai requisiti indicati nella seguente tabella con eventuale impiego di additivi non flocculanti.

Caratteristiche:

DESCRIZIONE	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Contenuto dei solfati (come SO ₃)	\leq 20 mg/l
Contenuto di cloruri (Ione CL)	\leq 20 mg/l
Sostanze sospese	\leq 20 g/l

Il dosaggio di bentonite, in peso, deve risultare di norma compreso fra il 4 ed il 7%.

Variazioni in più o in meno saranno stabilite, in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:

j) dosatori;

k) mescolatori automatici (è ammesso l'impiego di mudhopper);

l) silos di stoccaggio della bentonite in polvere;

m) vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;

n) relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;

o) vasche di recupero

p) dissabbiatori

q) vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango verrà attenuato miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

r) acqua dolce di cantiere

s) bentonite in polvere

t) additivi eventuali (disperdenti, sali tampone...)

Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di "maturazione" del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata per la perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- u) peso specifico: non superiore a 1.10 t/m³
- v) viscosità Marsh: compresa fra 30" e 60"
- w) temperatura: > 5° C
- x) pH : 9-11

Controlli sul fango

Sul fango bentonitico saranno eseguite, con la frequenza e le modalità indicate sulla Specifica di Controllo Qualità definita dal Progettista, le prove di controllo atte a determinare i parametri di seguito specificati:

- y) caratteristiche della bentonite
 - z) caratteristiche dell'acqua
 - aa) densità del fango bentonitico fresco
 - bb) densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego
 - cc) caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto; in caso di esito non soddisfacente l'Impresa Esecutrice sostituirà, parzialmente od integralmente, il fango per ricondurlo alle seguenti caratteristiche:
 - dd) contenuto in sabbia del fango: ≤ 5%
- densità: ≤ 1,15 t/m³

Art. 11b - Pali in sabbia e drenaggi profondi

A) pali di sabbia

hanno per scopo il drenaggio ed il consolidamento accelerato di terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati. Si eseguono praticando dapprima nel terreno un foro senza estrazione di materiale fino allo strato compatto di argilla; si riempie successivamente la cavità con 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'interasse e la lunghezza richiesti dal caso specifico e comunque concordati con la Direzione Lavori.

Per tale tipo di opere si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.o. alla G.U. nr. 127 in data 1 Giugno 1988).

In alternativa ai pali in sabbia si potranno utilizzare altri tipologie di elementi drenanti verticali profondi, purchè preventivamente approvate dalla Direzione dei Lavori sulla scorta una adeguata documentazione tecnica ed economica.

B) pali di ghiaia per ridurre il pericolo di liquefazione

si tratta della realizzazione di dreni verticali in ghiaia che attraversano gli orizzonti liquefacibili, ottenuti con la formazione di colonne di ghiaia vibrocompattata, utilizzando idonee attrezzature per consentire l'infissione a secco.

Detti pali hanno funzione di drenaggio: l'inserimento di dreni all'interno degli strati liquefacibili serve ad aiutare la dissipazione delle sovrappressioni interstiziali che si generano a seguito di un sisma.

L'utensile vibro dovrà essere affondato nel terreno fino alla profondità richiesta e, dal basso verso l'alto, sarà eseguito l'inserimento del materiale ghiaioso di apporto che fuoriesce, sotto pressione d'aria, dalla punta dell'utensile.

Tale metodo risulta annoverato fra quelli indicati nelle linee guida della Regione Emilia Romagna emanate con determina n.12418 del 02/10/2012 - Allegato 4 - Par. 6.2.b "Drenaggi" - "La tecnica consiste nell'installazione di dreni verticali nel sottosuolo in adiacenza agli edifici o strutture esistenti per favorire il rapido smaltimento delle sovrappressioni interstiziali indotte dal sisma..." e con determina. n.1105 del 03/02/2014 - Allegato 1 - Par. 5.4.4 "Progettazione interventi di mitigazione del rischio di liquefazione dei terreni di fondazione di edifici esistenti - Dreni verticali e sub verticali".

Le dimensioni della ghiaia lavata e di granulometria monodimensionale dipendono dalla tipologia del terreno da drenare e dalle disposizioni della Direzione Lavori.

Il dreno sarà protetto nelle fasi provvisoriale con strati di tessuto non tessuto o/e sabbia oltre ad uno strato di ghiaia dello spessore minimo di cm 50.

Al termine della realizzazione tutti i dreni saranno collegati in sommità da uno strato drenante costituito da gabbioni riempiti con ciottoli di fiume saranno collegati in sommità da uno strato drenante costituito da gabbioni riempiti con ciottoli di fiume rivestito da un telo di geotessile non tessuto a filamenti continui spunbonded agugliati meccanicamente in 100% polipropilene stabilizzato ai raggi U.V. di resistenza a trazione non inferiore a 21,5 kN/m, a protezione della funzionalità drenante.

Art. 12 – Tiranti di ancoraggio

Sono costituiti da elementi orizzontali o suborizzontali di collegamento fra strutture di calcestruzzo semplice ed armato, verticali o variamente inclinate - muri di contenimento, di controripa, diaframmi, pareti perimetrali di fondazione - ed il terreno retrostante, aventi lo scopo di assorbire le spinte da monte, per consolidamento di opere preesistenti, oppure in opere da costruire, là dove le conseguenti sollecitazioni non possono essere trasmesse alla base del muro. I tiranti sono costituiti da nuclei di acciaio ad elevato limite elastico tipo c.a.p. - formati con fili, trecce, trefoli, barre - alloggiati in appositi fori, dove sono avvolti da malta cementizia ed ancorati saldamente al terreno mediante la parte terminale (bulbo) di m. 6 - 8 di sviluppo; sono sottoposti ad adeguata tensione preventiva attraverso l'apposita testata di ancoraggio.

I fori del diametro di 100 - 125 mm. e di lunghezza fino a ml. 40, saranno eseguiti con sonde a rotazione o a roto-percussione, con rivestimento se necessario, e con eventuale impiego di fanghi bentonici; le iniezioni di adatta miscela dovranno assicurare dapprima la formazione del bulbo terminale, e quindi il rivestimento della parte libera, sino alla testata.

La pretensione da applicare ai tiranti sarà effettuata solo dopo sufficiente maturazione del bulbo di ancoraggio (28 giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela), e potrà raggiungere un valore finale pari a $1,15 T$, dove T è la capacità utile della pretensione definitiva nello 0,55 della trazione corrispondente all'allungamento permanente dello 0,2%; l'aumento del 15% è previsto per assorbire la caduta di tensione per rilassamento.

Prima di iniziare la tesatura di ogni tirante, saranno tirati singolarmente e con forza opportuna gli elementi componenti, per eliminare le eventuali differenze di lunghezza nella parte libera; la tensione finale al valore di carico verrà raggiunta per successivi incrementi di $0,25 T$, e con una ultima quinta fase di tiro, pari allo $0,15 T$, di cui sopra si è detto.

Per alcuni tiranti (uno ogni 10 o frazione) scelti dalla D.L., si dovranno lasciare accessibili le teste di ancoraggio, per eventuali controlli o ritature.

In caso di cedimenti all'atto del tiro, saranno sospese le operazioni per riprendere le iniezioni del bulbo di ancoraggio. Le altre norme da applicare per il controllo degli acciai, per l'esecuzione delle iniezioni e della tesatura, ecc. sono le stesse dei D.M. 1 aprile 1983 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Le opere murarie interessate dai descritti tiranti di ancoraggio saranno costruite in precedenza, o potranno venir eseguite mano a mano che i tiranti si realizzano; le relative modalità esecutive così come quelle per la loro misurazione e valutazione sono riportate nei rispettivi articoli.

CAPO 9) RESTAURI E RIPRISTINI CALCESTRUZZI AMMALORATI

Art. 13 – Idrodemolizione

L'asportazione di parti di calcestruzzo ammalorato nelle solette e nelle pareti laterali di manufatti in c.a. verrà effettuata con l'impiego di idonei idrodemolitori capaci di getti d'acqua fino alla pressione in uscita di 1200/1500 bar e con portata compresa tra 100 e 300 lt/minuto.

Gli idrodemolitori dovranno essere corredati di idonee attrezzature per la demolizione di solette e cordoli, da valutare con prove preventive, anche con comando a distanza, sistemi di prerogolazione e metodi per la compensazione dei rinculi; dovranno essere corredati da sistemi di sicurezza e protezione dagli elementi di calcestruzzo demolito per consentire il corretto funzionamento delle stesse attrezzature anche in presenza di traffico. Il sistema di idrodemolizione dovrà potere essere tarato sulla resistenza massima del calcestruzzo Rck, in modo da eliminare automaticamente il solo materiale degradato fino ad arrivare alla resistenza desiderata.

E' compreso ogni onere per la predisposizione dei ponteggi necessari per l'esecuzione dei lavori.

Art. 14 – Preparazione delle superfici di calcestruzzo da proteggere con isolanti

Le superfici di calcestruzzo da ripristinare verranno preparate mediante trattamento di idrosabbatura o sabbatura a secco e spazzolatura per asportare piccole parti residue in fase di distacco, l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura privi di copriferro, allontanare polveri, piccole impurità, tracce di grassi, oli e sali aggressivi ed ottenere quindi un calcestruzzo sano, pulito e compatto.

Ove necessario la pulizia dovrà essere eseguita con scalpellatura e successiva sabbatura.

La sabbatura, la scalpellatura e successiva sabbatura è prevista su tutte le superfici in vista del ponte.

Art. 15 – Protezione con malte a base cementizia dei ferri d'armatura scoperti.

La protezione dei ferri d'armatura scoperti a seguito di idrodemolizione o comunque a vista perchè privi di copriferro, avverrà con l'applicazione a pennello in due strati uniformi di malta cementizia anticorrosiva a base di polimeri in dispersione acquosa, leganti cementizi ed inibitori di corrosione, fino a raggiungere uno spessore di 2/3 mm.

Il trattamento dovrà avvenire in seguito a pulizia (idroscarifica e/o sabbatura) completa del calcestruzzo ammalorato, anche dietro i ferri interessati, al fine di evitare nuove formazioni di agenti corrosivi.

Il prodotto applicato dovrà esplicare l'azione anticorrosiva attraverso:

- impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi presenti nell'atmosfera (anidride carbonica, anidride solforosa, ossido di azoto);
- la presenza di inibitori di corrosione per proteggere le superfici metalliche dall'ossidazione
- avere elevata alcalinità
- presentare ottima adesione al metallo.

La malta dovrà essere applicata immediatamente dopo l'avvenuta sabbatura dei ferri che dovranno presentarsi puliti e privi di qualsiasi traccia di ossidazione (metallo bianco).

Le fasi di applicazione non potranno avvenire con temperature al di sotto dei 5° C.

Le caratteristiche del prodotto dovranno avere i seguenti valori di adesività:

- adesione al calcestruzzo > 3.2 N/mm²
- adesione all'acciaio > 18 N/mm²

E' compreso ogni onere per la predisposizione dei ponteggi necessari per l'esecuzione dei lavori.

Art. 16 – Ricostruzione di profili verticali od orizzontali di strutture in c.a. ammalorate

Per il ripristino ed il consolidamento di strutture in calcestruzzo che presentino strati di degrado ed ammaloramenti estesi, ove lo spessore da ricostruire non sia superiore a 6 cm., verrà impiegata una malta cementizia bicomponente a basso modulo, premiscelata, tissotropica e fibrorinforzata.

Le strutture verticali ed orizzontali dovranno essere precedentemente scarificate e perfettamente pulite da ogni traccia di polvere, ruggine, grassi od oli, opportunamente irruvidite, quindi bagnate fino a saturazione con acqua e, infine, asciugate in superficie con l'ausilio di aria compressa. Il sottofondo dovrà risultare perciò saturo di acqua, ma a superficie asciutta.

L'applicazione della malta si esegue a spatola, a cazzuola o a spruzzo, ed avverrà mediante applicazione a rinzaffo per uno spessore massimo di 35 mm ogni strato.

La malta sopradescritta dovrà avere le seguenti caratteristiche a 28 giorni:

- resistenza a compressione > 50 MPa
- resistenza a flessione > 10 MPa
- modulo elastico < 22000 MPa
- adesione al calcestruzzo > 25 Kg/cm² (pull-out)
- buona resistenza agli aggressivi chimici quali il sale disgelante (cloruro di sodio)

Le resistenze meccaniche a compressione saranno determinate su provini cubici aventi cm 10 di lato, e la

resistenza a flessione su prismi di dimensioni di 4x4x16 cm. I provini andranno sformati non prima di 3 giorni dal confezionamento, ovviamente tranne quelli destinati alle prove ad 1 giorno.

Le prove di aderenza al calcestruzzo saranno eseguite su travetti di 7x7x28 cm costituiti da un cuneo cementizio stagionato almeno 28 giorni e di resistenza cubica di almeno 35 Mpa, con superficie inclinata di 20 gradi rispetto alla verticale, sulla quale verrà messa in opera la malta in modo da completare la forma parallelepipedica.

La superficie inclinata in calcestruzzo dovrà essere irruvidita con spazzole d'acciaio al momento della sformatura. I provini, dopo il getto della malta di completamento della forma parallelepipedica, andranno sformati non prima di tre giorni dal confezionamento, ovviamente esclusi quelli destinati alle prove ad 1 giorno. La resistenza richiesta è quella di taglio sulle facce inclinate.

La ricostruzione è compresa su tutte le parti ammalorate in vista dell'impalcato del ponte.

Art. 17 – Placcaggi

L'esecuzione dei placcaggi sulla struttura in calcestruzzo da rinforzare consiste nella realizzazione dell'incollaggio diretto delle placche di acciaio, previo trattamento con adesivo epossidico su entrambe le facce (placche e superficie da rinforzare); nel fissaggio delle placche a mezzo di tasselli, angolari e viti autofilettanti; nella verniciatura protettiva del rinforzo metallico con una mano di antiruggine e una successiva mano di vernice epossidica. E' compresa la fornitura delle placche in acciaio fino ad uno spessore di mm. 8 e della ferramenta di fissaggio.

Le placche di acciaio dovranno essere sabbiare fino a categoria 2S, prima della posa in opera.

Art. 18 – Protezione di strutture in calcestruzzo mediante verniciatura

Per la protezione delle superfici in calcestruzzo cementizio di intradossi, spalle e pile di ponti e viadotti, verranno impiegate vernici mono o bicomponenti a solvente a base di metacrilati.

Il rivestimento protettivo dovrà essere applicato su superfici preventivamente preparate preferibilmente mediante idrosabbatura per uno spessore di film secco da 80/100 micron applicato in due mani a spruzzo Airless e/o pennello-rotolo, per una quantità minima di 400 gr/mq complessive. La vernice dovrà essere applicata su superficie perfettamente asciutta.

Tale rivestimento avrà le seguenti caratteristiche:

-aderenza al calcestruzzo maggiore a 3,5 N/mm² misurata secondo l'Adhesion tester ASTM.

-assenza di penetrazione d'acqua, dopo l'applicazione di una pressione di 500 Kpa, secondo UNI 8502 parte 22;

-permeabilità al vapor acqueo non inferiore a 25 g/mm² in 24 ore (Din 53122);

-resistenza alla CO₂ maggiore a quella di uno strato d'aria di 120 m.;

-permeabilità ai cloruri minore di 2,5 g/m²/giorno;

-perdita per abrasione minore di 45 mg., misurata secondo ASTM g 53.

E' compreso ogni onere per la predisposizione dei ponteggi necessari per l'esecuzione dei lavori.

La verniciatura è compresa su tutte le superfici in vista dell'impalcato del ponte.

Art. 19 – Protezione di strutture in calcestruzzo mediante malte cementizie elastiche

Per la protezione delle superfici delle strutture in calcestruzzo cementizio di intradossi, spalle e pile di ponti e viadotti, particolarmente soggette a deformazioni sotto carico o particolarmente soggette ad aggressioni chimiche quali, ad esempio, sali disgelanti, solfati, ecc., verranno impiegate malte cementizie elastiche, particolarmente flessibili ed impermeabili.

Tali malte dovranno avere caratteristiche di adesione al calcestruzzo = 0.8 N/mm², elevata impermeabilità all'acqua (test di impermeabilità secondo la norma Din 1048, resistenza a pressione in positivo fino a 7 atm), elevata permeabilità al vapore acqueo e buona impermeabilità all'anidride carbonica, elevata elasticità, e resistere agli agenti aggressivi.

Le superfici da trattare devono essere perfettamente solide e pulite, non deve esservi traccia di polvere, efflorescenze, olio disarmante, sbavature, parti incoerenti e ruggine.

Il sottofondo sarà quindi saturato con acqua, poi con aria compressa verrà rimossa l'acqua in eccesso, in modo da ottenere un fondo saturo d'acqua ma a superficie asciutta.

Il trattamento protettivo dovrà essere applicato a spruzzo o stendendo la malta con spatola, sulla superficie preparata, per uno spessore massimo, per strato, di 2÷3 mm.

Un secondo eventuale strato sarà applicato successivamente all'indurimento del primo. Qualora le condizioni ambientali lo richiedano, dovrà provvedersi a proteggere la superficie dall'evaporazione rapida, con teli umidi.

Il prodotto impiegato dovrà comunque essere immagazzinato, conservato, confezionato e messo in opera nel rispetto delle indicazioni fornite dal produttore.

CAPO 10) CORPO STRADALE

Art. 20 – Preparazione del sottofondo

Il terreno interessato alla costruzione del corpo stradale che, dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura od i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla D.L.

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

A tal uopo dovrà quindi a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature. Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso un Laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato, o presso il laboratorio dell'A.N.A.S. oppure presso un laboratorio autorizzato.

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

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

Art. 21 – Costipamento del terreno in sito

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

A1) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno cm.25 con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

A2) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo A1);

A2) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

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

B1) per le terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 centimetri, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi in altezza da m. 0,50 a m.3, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a m.3;

B2) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma B1);

B3) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del cap. A).

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

Art. 22 – Modificazione di umidità in sito

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

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

CAPO 11) PAVIMENTAZIONI

Art. 23– Sovrastruttura stradale

(strati di fondazione, di base, di collegamento, di usura, massicciate di pietrisco e trattamenti superficiali)

In linea generale, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.

Per le sedi unidirezionali delle strade a 4 corsie, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio di curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, tratto a tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso la sede di un Laboratorio autorizzato dal Ministero.

Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente durante l'esecuzione dei lavori nei laboratori di cantiere.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nella massa e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm controllata a mezzo di un regolo lungo m. 4,50, disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

A) Strati di fondazione

A 1) Risanamento in sottofondazione

In caso di presenze di terreni argillosi di caratteristiche scadenti o imbibiti d'acqua potrà essere eseguita una sottofondazione o risanamento.

Il materiale da impiegarsi potrà essere costituito da sabbia di fiume o di cava, da materiali di opportuna qualità proveniente dagli scavi, da ghiaia di fiume o di cava o da altri materiali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Per la posa in opera di questi materiali si seguirà nelle norme prescritte per la posa in opera della fondazione in misto granulare soprattutto in relazione alle modalità di compattazione.

In generale il risanamento, qualora sia possibile, sarà scaricato con un opportuno drenaggio per evitare ristagni di acqua.

A tale scopo il piano d'appoggio sarà opportunamente sagomato in modo da favorire il deflusso delle acque.

A 2) Fondazione in misto granulare.

Tale fondazione 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 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaia, detriti di cava frantumato, scorte o da anche altro materiale. Potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiale aventi provenienza diversa, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm. 20 e non inferiore a cm. 10.

A 2.1) Caratteristiche del materiale da impiegare.

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

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare in quantità superiore al 30%;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Miscela passante % totale in 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

3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

5) equivalente in sabbia (N.4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla D.L. in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;

6) indice di portanza CBR (ASTM d 1883/61-T oppure C.N.R.-U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra) dopo 4 giorni di imbibizione di acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

A 2.3) Studi preliminari.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla D.L. mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla D.L. in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

A 2.4) Modalità esecutive.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripuliti da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm. e non inferiore a 10 cm. e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazioni dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danno dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L., con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto in quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata (AASHO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm. la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = di \cdot \frac{Pc(100-x)}{100 \cdot Pc - x \cdot di}$$

dove:

- dr = densità miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm.
da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;
di = densità della miscela intera;
Pc = peso specifico degli elementi di dimensione > 25 mm.;
Xc = percentuale in peso degli elementi di dimensione > 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm. compresa tra il 25 ed il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm.)

Il valore del modulo di deformazione Md, misurato con il metodo di cui all'art. 8, ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mmq. non dovrà essere inferiore ad 80 N/mmq.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 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.

Sullo strato di fondazione compattato in conformità delle prescrizioni indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, cioè, tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento e di asportazione del materiale fine legante e di disgregazione, interessanti almeno la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

A 3.) Fondazione (sottobase) in misto cementato

A 3.1) Descrizione

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato, dello spessore previsto in progetto.

A 3.2) Caratteristiche dei materiali da impiegare.

A 3.2.1) Inerti:

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti. (La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito; in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- 1) Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm., né di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- 2) Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

passante % totale in peso

Crivello 40	100
" 30	80 - 100
" 25	72 - 90
" 15	53 - 70
" 10	40 - 55
" 5	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
" 0,4	8 - 18
" 0,18	6 - 14

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore a 30
- 4) Equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60
- 5) Indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla D.L. la composizione da adottare e successivamente la osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

A 3.2.3) Legante:

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico, d'altoforno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

A 3.2.4) Acqua:

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

A 3.3) Studio della miscela in laboratorio

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate:

verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi (CNR -UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm. diametro 15,24 cm., volume 3242 cmc); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm. rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente = 17.78 cm. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm (o setaccio ASTM) 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente. La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8, peso pestello Kg. 4,45, altezza di caduta cm. 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20° C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 Kg/cm² e non superiori a 45 Kg/cm², ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiori a 2,5 Kg/cm². Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti nella media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver accertato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

A 3.4) Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc. di miscela.

A 3.5) Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una

stesa sperimentale, usando le miscele preventivamente studiate.

Potrà essere ammessa la stesa con moto livellatrice (greder) purché comunque la superficie finita risulti sufficientemente regolare.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0° e superiori a 25°C e non sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15° C + 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che la umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 - 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale di tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

A 3.6) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

A 3.7) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui all'art. 33 oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 - 110°C fino al peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 6 provini (3 per le rotture a compressione e 3 per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc. di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre + 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 25Kg./cmq. per la compressione e 2,5 Kg./cmq per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre un centimetro, controllato a mezzo di un regolo di m.4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

B) Strato di base

B 1) Descrizione

Lo strato di base ad elevate prestazioni in conglomerato bituminoso con bitume tal quale, additivato con polimeri, è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"), prodotto a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati. L'aggiunta dei polimeri avviene direttamente nel mescolatore durante la produzione. Il prodotto è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, combinati e metallici vibranti di idoneo peso. La miscela può comprendere anche aggregati derivanti dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile, purché sottoposto a verifica secondo Normativa vigente e quanto previsto dalla norma UNI EN 13108-8 "Miscele bituminose: Specifiche del materiale - Conglomerato bituminoso di recupero".

Per essere ritenuto idoneo e impiegabile, il conglomerato bituminoso deve essere dotato obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura della miscela alla produzione;
- contenuto minimo di legante;
- composizione granulometrica;
- contenuto dei vuoti.

Il conglomerato bituminoso a elevate prestazioni additivato con polimeri in opera dovrà conferire una resistenza meccanica alla sovrastruttura tale da garantire capacità portante senza deformazioni permanenti e adeguata flessibilità nell'adattamento a eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine. Lo spessore dello strato di base è determinato nella fase progettuale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori. Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e approvati dalla stessa D.L. e la loro presa visione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

B 2) Materiali inerti

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) potrà avere anche elementi arrotondati e/o parzialmente frantumate e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Parametro	Aggregato Grosso	U.M.	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	Normativa UNI EN 1097-2	%	≤ 25(LA25)
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	C95/01
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1 (F1)
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	≤ 20 (SI20)
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	≤ 15 (FI15)
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	≤ 0,5 (fo,5)

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Parametro	Aggregato Fino	U.M.	Limite (UNI EN 13043)
Equivalente in sabbia	Normativa		
Contenuto di fini	UNI EN 933-8	%	≥ 60 (SE60)
	UNI EN 933-1	%	≤ 10 (f10)

Filler di Additivazione

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Parametro	Filler di Additivazione	U.M.	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	Normativa		
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	85÷100
Indice Plasticità	UNI EN 933-10	%	70÷100
Anello e biglia (Stiffening Power)	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	ΔR&B	8÷25 (ΔR&B8/25)

Conglomerato riciclato

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato) deriva dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile sia per demolizione e successiva frantumazione, sia con frese direttamente in situ. La classificazione del materiale deve essere eseguita secondo l'UNI EN 13108-8.

La percentuale in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli aggregati deve essere al massimo pari al 30%.

Per lo strato di base può essere riciclato materiale fresato proveniente solamente da altri strati di base. La percentuale di fresato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

B 3) Additivi

Gli additivi sono aggiunti agli aggregati o al bitume, gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Attivanti di adesione

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti di adesione sono particolari additivi, la cui funzione principale è quella di incrementare, o addirittura creare, l'affinità tra bitume ed aggregato. Tale azione dovrà garantire un legame quanto più stabile possibile in qualsiasi condizione di applicazione. Gli additivi dovranno, quindi, evitare lo spogliamento del legante dagli inerti.

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della miscela bituminosa. Pertanto, l'additivo potrà essere a base amminica, polifosforica o di qualsiasi altra natura, purché permetta di soddisfare il limite di affinità bitume-aggregato sopra previsto per l'aggregato grosso, secondo la norma UNI EN 12697-11.

Il dosaggio di questi prodotti varierà, generalmente, da 0,30% a 0,60% sul peso del bitume, in funzione della natura litologica dell'aggregato lapideo e delle condizioni operative (temperature, tipo di miscela da produrre, etc). L'aggiunta degli additivi nel legante bituminoso deve essere realizzata con attrezzature idonee, per garantire l'esatta dose e la perfetta dispersione nel bitume.

Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare. Gli ACF devono essere additivi liquidi polifunzionali a elevato potere rigenerante, esenti dalla presenza di oli aromatici e con un basso impatto odorigeno. Il rigenerante deve avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella:

Parametro	Attivanti Chimici Funzionali	U.M.	Valore
Aspetto	Normativa	---	Liquido
Densità apparente a 20°C	---	g/cmc	0,91±0,02
Viscosità 25°C	EN 20028	cP	60 ± 10
Punto di infiammabilità	EN 2592	°C	≥ 150
Pour Point	EN 20065	≤	0°C

Polimeri di additivazione

La modifica del conglomerato bituminoso con polimeri comporta l'aumento della resistenza meccanica e del

modulo complesso, la diminuzione dell'accumulo delle deformazioni alla ripetizione dei carichi, determinando un miglioramento del comportamento a fatica, della tradizionale miscela prodotta con bitume normale. Le maggiori prestazioni del conglomerato bituminoso saranno ottenute tramite la modifica della miscela con un compound composto da selezionati polimeri a basso peso molecolare e medio punto di fusione in granuli semi-morbidi e flessibili.

Polimeri per la Modifica delle Miscele Bituminose			
Parametro	Norma	U.M.	Limite
Composizione			Compound plastomerico
Aspetto			Granuli di forma omogenea
Colore			Monocromatico dal grigio al nero
Odore			Appena percettibile
Dimensione granuli		mm	3,0-5,0
Melt Index a 190 °C con peso da 2,16 kg	ISO 1133-1:2011	g/10'	2-4
Ceneri a 500 °C	UNI ISO 3451-1	%	≤ 3
Su bitume tal quale e 6% di polimero a 5 °C, aumento del modulo complesso con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	50-60
Su bitume tal quale e 6% di polimero a 5 °C, riduzione dell'angolo di fase con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	25-35
Su bitume tal quale e 6% di polimero a 40 °C, aumento del modulo complesso con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	65-75
Su bitume tal quale e 6% di polimero a 40 °C, riduzione dell'angolo di fase con DSR, a frequenza 10 Hz e strain 0.1%.	UNI EN 14770	%	20-30

Inoltre, sarà necessario fornire alla D.L. i Test Report di controllo di produzione per ogni lotto produttivo. L'azienda fornitrice dovrà avere Certificato ISO 9001, ISO 14001 e almeno 10 anni di referenze su tale prodotto. Il dosaggio del prodotto deve variare in funzione della modifica da effettuare e delle prestazioni meccaniche da raggiungere:

- Moderata additivazione = 2 – 4 % sul peso del bitume totale;
- Elevata additivazione = 4 – 6 % sul peso del bitume totale.

Il polimero dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione mediante l'uso di un impianto dosatore, garantendo così l'omogeneità del prodotto finito.

L'immissione del prodotto all'interno del mescolatore deve avvenire dopo lo scarico degli inerti e prima del bitume, il quale deve essere introdotto con un ritardo di circa 10 sec, per garantire così l'omogeneità e la dispersione.

B 4) Legante

Il bitume totale presente nella miscela sarà formato da quello contenuto nel fresato e quello di apporto. Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nell'appendice NA.

Bitume Normale Parametro	Normativa	U. M.	Limiti (UNI EN 12591)	
			Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 - 54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa•s	0,03-0,10	0,02-0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11
Variazione della massa	UNI EN 12607 - 1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

B 5) Miscela

La miscela degli aggregati lapidei di primo impiego e del fresato dovrà avere una composizione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, e dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato di seguito:

Fuso Granulometrico

Contenuto di bitume su miscela
[%] (UNI EN 13108-1)

Serie setacci UNI EN	Passante minimo [%]	Passante massimo [%]	
31,5	100	100	≥3,8 (Bmin 3,8)
20	90	100	
16	60	90	
14	55	85	
12,5	50	80	
10	45	75	
8	40	70	
6,3	34	64	
4	25	55	
2	15	40	
1	11	29	
0,5	8	20	
0,25	5	15	
0,063	3	10	

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel fresato), riferita al peso della miscela deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella precedente.

La quantità ottima di bitume totale deve essere determinata mediante metodo Marshall (con riferimento alla Stabilità e con provini costipati con 75 colpi di maglio per lato) e, a tale percentuale ottimale, si dovranno rispettare i seguenti requisiti determinati con metodo volumetrico:

Condizioni di prova (UNI EN 12697-31/13108-20)	Unità di misura	Limiti (UNI EN 13108-1)
Angolo di rotazione	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	Giri/min	30
Pressione verticale	kPa	600 ± 3
Diametro del provino	mm	150
Rotazioni N1	---	10
Rotazioni N2	---	120
Rotazioni N3	---	200

La miscela ottimale dovrà avere le seguenti caratteristiche dopo compattazione a N3:

Risultati richiesti	U.M.	Limiti (UNI EN 13108-1)	
Tipo di Additivazione		Moderata additivazione	Elevata additivazione
Affinità bitume-aggregato – Spogliamento (UNI EN 12697-11)	%	≤ 5	
Vuoti a N1 (UNI EN 12697-8)	%	≤ 14 (Vmax14)	
Vuoti a N2 (UNI EN 12697-8)	%	3÷6 (Vmin3-Vmax6)	
Vuoti a N3 (UNI EN 12697-8)	%	≥ 2 (Vmin2)	
Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	1,2÷2,0	1,4÷2,2
Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	60 - 250	60 - 250
Perdita di Resistenza a Trazione Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90 (ITSR90)	≥ 90 (ITSR90)
Rigidezza (UNI EN 12697-26 – Annesso C)			
T=5°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	12.000-21.000	14.000-25.000
T=20°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	5.000-8.000	7.000-12.000
T=40°C, Def.=7µm, Freq.=2Hz, Coeff.P.=0.35	MPa	600-2.000	800-4.000

Confezionamento delle Miscele

Il conglomerato bituminoso deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e una perfetta vagliatura che assicuri un'ideale riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta oltre al perfetto dosaggio di tutte le materie prime utilizzate.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per

annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Si deve prediligere l'utilizzo di impianti discontinui; nel caso di materiale vergine si deve procedere tramite vagliatura e riclassificazione degli aggregati e, invece, se utilizzato materiale fresato si potrà procedere per scarico diretto.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180 °C e quella del legante tra 150 °C e 170 °C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire un'adeguata adesione tra gli strati sovrapposti. La preparazione deve essere eseguita mediante l'applicazione di bitumi modificati (utilizzabile in qualsiasi situazione) o emulsioni bituminose modificate (utilizzabile in qualsiasi situazione ad esclusione degli impalcati). I prodotti devono avere le seguenti caratteristiche:

Mano d'attacco - Bitume Modificato

Indicatore di qualità	Normativa	U.M.	Limiti e Classi (UNI EN 14023)
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	45-80 (classe 4)
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 70 (classe 4)
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 12 (classe 6)
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa•s	0,20-0,60
Ritorno elastico a 25°C, 50 mm/min	UNI EN 13398	%	≥ 80 (classe 2)
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg a 180 °C – Variazione del Punto di rammollimento	UNI EN 13399	°C	≤ 3 (classe 2)

Valori dopo RTFOT

Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 12607-1		
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1426	%	≥ 40 (classe 3)
Variazione della massa	UNI EN1427	°C	≤ 5 (classe 2)
	UNI EN 12607 - 1	%	≤ 0,3 (classe 2)

Mano d'Attacco – Emulsione cationica 60% modificata

Indicatore di qualità	Normativa	U.O.	Limiti (UNI EN 13808)
Polarità	UNI EN 1430	---	Positiva (Classe 2)
Contenuto di acqua rispetto il peso	UNI EN 1428	%	40±2 (Classe 6)
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	60±2 (Classe 6)
Flussante	UNI EN 1431	%	≤ 2 (Classe 2)
Sedimentazione a 7 g	UNI EN 12847	%	≤ 10 (Classe 3)
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	---	70-155 (Classe 3)
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60 (Classe 2)
Energia di coesione con dutilometro a 5 °C	UNI EN 13589	J/cm2	≥ 3 (Classe 2)
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 50 (Classe 5)

In ogni caso, il dosaggio deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50-0,70 kg/mq.

Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata per mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo sarà danneggiato o arrotondato, si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio e asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi siano fra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della

corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base potranno essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, d'idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva d'irregolarità e ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base sarà stesa dopo l'accertamento della Direzione Lavori della rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Nel caso di stesa in doppio strato, tra le due stese dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa per la preparazione del piano di posa del secondo strato.

Produzione, trasporto e posa con tecnologia a tiepido

La miscela bituminosa può essere prodotta a tiepido, sia su richiesta della Direzione Lavori sia per scelta dell'Azienda produttrice. La produzione tiepida può essere raggiunta con qualsiasi tecnologia o additivo, ma in ogni caso deve essere rispettato quanto segue:

- La temperatura di produzione minima del conglomerato bituminoso pari a 140 °C allo scarico sul cassone del camion;
- La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 85°C;
- Le prestazioni della miscela tiepida devono essere le medesime di quella calda; pertanto devono essere rispettate tutte le prescrizioni sopra riportate.

Accettazione delle miscele

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e delle marcature CE delle materie prime utilizzate.

Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti da controllare
Aggregato grosso	Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 mc di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Aggregato fino	Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 mc di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Filler	Impianto	Giornaliera oppure ogni 2500 mc di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Bitume	Cisterna	Giornaliera oppure ogni 2500 mc di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Additivi	Contenitori	Giornaliera oppure ogni 2500 mc di stesa	Secondo tabella di riferimento precedente
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 mq di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela* e secondo tabella di riferimento precedente
Carote	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Contenuto di bitume e vuoti secondo studio di prequalifica (≥ 98%) e secondo tabella di riferimento precedente

* 1. Curva granulometrica: rispetto la prequalifica sono ammessi i seguenti scostamenti:

- aggregato grosso = ± 3 punti percentuali;
- aggregato fino = ± 2 punti percentuali;
- passante al setaccio UNI 0,063 mm = ± 1,5

2. Percentuale di bitume: rispetto la prequalifica è tollerato uno scostamento di ± 0,25 punti percentuali.

punti percentuali.

C) Strati di collegamento (Binder) e di usura

C 1) Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita dal doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura secondo quanto stabilito dal progetto o dalla D.L. Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art.1 del "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR fascicolo 4/1953, mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibro finitrice e compattata con rulli gommati lisci.

C 2) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme CNR Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR/1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n.34 (28 marzo 1973) anziché con il metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, superficie ruvide, puliti ed esenti da polvere o da materiale estraneo.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV del 1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (CNR fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi ed invernali la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza all'usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R. fasc. IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art.5 delle norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 55%;

- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2-5 mm. necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n.30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n.200 ASTM. Per lo strato di usura, a richiesta della D.L., il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6-8% di bitume ed alta percentuale di asfaltini con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della D.L. in base a prove e ricerche di laboratorio.

C 3) Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della D.L. in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

C 4) Miscela

C 4.1) Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Passante % totale in peso

Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 0,4	7 - 25
Setaccio 0,18	5 - 15
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5%, riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti.

La stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm. dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3-7%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

C 4.2) Strato d'usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Passante % totale in peso

Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 0,4	12 - 24
Setaccio 0,18	7 - 15
Setaccio 0,075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 6,0% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. CNR n.30 del 15.3.1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1000 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso tra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm. d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10 -6 cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm. lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

C 5) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

C 6) Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

C 7) Posa in opera degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche:

-la miscela verrà stesa dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante energica ventilazione ed eventuale lavaggio e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa basica o acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 0,5 Kg/mq. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa;

- nella stesa, come già detto, si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

-la valutazione delle densità verrà eseguita con le stesse modalità e norme indicate per la base, ma su carote di 10 cm. di diametro; dovrà essere usata particolare cura nel riempimento delle cavità rimaste negli strati dopo il prelievo delle carote;

-la temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C;

-la superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; un'asta rettilinea, lunga m.4 posta sulla superficie pavimentata, dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

C 8) Conglomerato bituminoso per strati di usura con aggregato sintetico chiaro

Il conglomerato in oggetto sarà costituito da una miscela di pietrischetto, graniglia, sabbia e additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fasc. IV/1953) impastati con bitume a caldo, unitamente ad aggregato sintetico chiaro della pezzatura 2-15 mm. La percentuale dell'aggregato sintetico sul peso totale della miscela costituente il conglomerato potrà variare fra il 30 ed il 45% a giudizio della D.L., secondo che gli altri aggregati siano chiari o scuri. Il conglomerato chiaro in questione dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti per il conglomerato tipo usura ad esclusione dell'aggregato sintetico chiaro che dovrà rispondere ai soli requisiti seguenti:

-la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo ASTM C 131 - AASHO T 96 inferiore al 20%;

- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953: inferiore a 0,015.

STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A BASSA EMISSIONE SONORA

1) DESCRIZIONE

Il conglomerato bituminoso di usura a BASSA EMISSIONE SONORA sarà costituito da una miscela di aggregati, sabbie, filler e polverino di gomma da PFU 0 / 0,8 mm, mescolati con bitume modificato hard ad alta lavorabilità a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli lisci.

Scopo della curva di tipo è di realizzare un conglomerato con una particolare tessitura superficiale

porosa per conseguire i seguenti obiettivi specifici:

- Riduzione dei livelli di emissione sonora generata dai pneumatici dei mezzi in transito (abbattimento di almeno 3-5 dB);
- Migliorare la sicurezza del traffico (in caso di pioggia, eliminazione dell'effetto acquaplaning e forte riduzione dell'effetto spray dei pneumatici);
- Aumentare la vita utile dello strato di usura di almeno il 35%;
- Non produrre emissioni odorogene durante le lavorazioni.

Il piano di posa dovrà essere impermeabile ed avere una pendenza trasversale sufficiente per assicurare il drenaggio dell'acqua e lo scarico nelle cunette o scivoli laterali. A tale scopo lo spessore finito dovrà essere compreso fra i 4 e 5 cm.

2) MATERIALI INERTI

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo la norma UNI EN 932-1. Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 932-1, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo la norma UNI EN 1097-2. L'aggregato grosso dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. L'aggregato grosso sarà costituito da inerti che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- il materiale deve provenire da frantumazione di rocce silicee eruttivo magmatiche (basalti, porfidi, dioriti, ecc.);
- percentuale di superficie frantumata secondo la norma UNI EN 933-5, del 100%;
- coefficiente di appiattimento secondo la norma UNI EN 933-3, inferiore al 10%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-2, inferiore al 19%;
- coefficiente di levigabilità accelerata secondo la norma UNI EN 1097-8, non inferiore a 0,45.
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-3, inferiore a 0,80;
- prova di affinità con il bitume richiesto secondo la norma UNI EN 12697-11, affine oltre 90%.

Con riferimento alle caratteristiche dei materiali lapidei ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione e delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, mentre si conferma che ad una perdita di peso con la prova Los Angeles del 19% può corrispondere una Resistenza alla levigazione pari a 0,45; vengono considerati accettabili superiori valori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengano migliorati i valori di PSV (UNI EN 1097-8) secondo la seguente tabella:

CARATTERISTICHE FISICHE DEGLI AGGREGATI GROSSI (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)	
RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (LA)	RESISTENZA ALLA LEVIGAZIONE (PSV)
≤ 19%	≥ 0,45
≤ 23%	≥ 0,47

Non saranno accettati materiali con Los Angeles > 23%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia determinato con la prova UNI EN 933-8, non inferiore al 70%;
- prova di affinità con il bitume richiesto secondo la norma UNI EN 12697-11, affine oltre 90% (prova con aggregato grosso della stessa cava di provenienza).

I filler saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio 0,5 mm e per almeno il 75% al setaccio 0,063 mm. Per filler diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

3) POLVERINO DI GOMMA DA PFU

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata al termine dell'impasto con POLVERINO da PFU in percentuale variabile secondo indicazione della DL tra lo 0,75% e 2,0% sul peso degli inerti, al fine di poter conferire al conglomerato migliori caratteristiche di "bassa emissione sonora" ed evitare percolamento di bitume e segregazione del materiale.

Il polverino di Gomma da PFU sarà privo di tela e filamenti di acciaio e avrà una granulometria continua 0 / 0,8 mm.

4) BITUME MODIFICATO HARD AD ALTA LAVORABILITA' (TIPO DRENOVAL RUBBER)

Dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione per la presenza di attivanti l'adesione agli inerti (termostabili anche a temperatura di 180°C), una facilità nella compattazione in situ anche in condizioni non ottimali di temperatura esterna e del piano di posa, con conseguente beneficio dalla minore percentuale di vuoti ottenibile (un maggiore addensamento ha come conseguenza una superiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione).

Questi bitumi modificati potranno essere impiegati a temperature di impasto ordinarie od a temperature ribassate per ridurre considerevolmente la fumosità in fase di impasto, trasporto e stesa.

Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. Lo stoccaggio dovrà avvenire in apposito serbatoio riscaldato, coibentato e preventivamente svuotato dal bitume preesistente. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma UNI EN 58. I campioni saranno preparati secondo la norma UNI EN 12594. I dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato dovranno rientrare fra quelli di seguito indicati:

Parametro	Normativa	Valori	Classe UNI EN 14023
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	25 - 55 dmm	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 70°C	4
Coesione forze ductility test a 10°C	UNI EN 13703	> 3 J/cm ²	7
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	> 80%	2
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13702/2	> 0,4 Pa*s	
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1		
Variazione in massa	UNI EN 12607-1	< 0,5%	3
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	> 65%	7
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	< 8°C	2
Stabilità allo stoccaggio	UNI EN 13399		
- penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	< 9 dmm	2
- punto di rammollimento	UNI EN 1427	< 5°C	2

4) MISCELA

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie setacci UNI EN	Passante % totale in peso
Setaccio 10 mm	100
Setaccio 8	90 - 100
Setaccio 6,3 mm	60 - 80
Setaccio 4 mm	30 - 50
Setaccio 2 mm	20 - 30
Setaccio 0,5 mm	8 - 18
Setaccio 0,25 mm	6 - 15
Setaccio 0,063 mm	5 - 10

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 6,0% e l' 8,0% riferito al peso totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il necessario per consentire il raggiungimento dei valori di stabilità e compattezza di seguito riportati.

Verifica con pressa giratoria (UNI EN 12697-31), parametri di preparazione:

- diametro provino: 100 mm
- pressione verticale: 600 kPa
- angolo di rotazione: 1,25 °

- velocità di rotazione: 30 giri/min

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di giri: N1 (iniziale), N2 (design) e N3 (finale). Il numero di giri con % di vuoti sono:

	N° giri Vuoti %	N° giri Vuoti %
N1	10	10 – 18
N2	50	5 – 10
N3	130	> 2

I provini, compattati a N3, dovranno avere resistenza alla prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) a 25°C compresa fra 0,8 e 1,50 MPa, con coefficiente di trazione indiretta superiore a 65 MPa.

In alternativa, ove non sia disponibile una pressa giratoria, si richiedono i seguenti requisiti con compattazione Marshall (UNI EN 12697-30) su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia:

- la resistenza alla prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) a 25°C di almeno 0,8 MPa; la stessa prova, eseguita su provini che abbiano subito la prova di sensibilità all'acqua secondo la norma UNI EN 12697-12, dovrà dare un valore non inferiore all' 85% di quello precedentemente indicato;

- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall deve essere compresa fra 3 e 10%.

Inoltre dovrà avere resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, senza peraltro manifestare comportamenti negativi durante i mesi invernali e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza. Dovrà avere resistenza all'attrito radente, dopo 15 gg di apertura al traffico, non inferiore a 55 (UNI EN 13036-4) e macrorugosità superficiale (UNI EN 13036-1) misurata con il metodo di altezza in sabbia, superiore a 0,6.

I provini dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa, senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative.

Se la compattazione dei provini non fosse eseguita alla produzione o alla stesa, la temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa, non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

I provini compattati secondo le modalità prescelte, alle temperature di 160°C, 140 e 120°C non dovranno presentare variazioni nella massa volumica superiori al 2%.

5) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale. Una volta accettata dalla DL la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di filler. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$. Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. In ogni caso i valori dovranno rientrare in quanto previsto nel punto 4 del capitolato. In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato e condotto da personale appositamente addestrato per le prove ed i controlli in corso di produzione. In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie ed almeno con frequenza giornaliera:

-la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

-la verifica della composizione del conglomerato bituminoso (granulometria degli inerti, % di bitume, % di filler), prelevando lo stesso secondo le indicazioni della norma UNI EN 12697-27;

.la verifica delle caratteristiche del conglomerato e precisamente: peso di volume (UNI EN 12697-6) metodo Marshall o giratorio a N2; percentuale dei vuoti (UNI EN 12697-8) metodo Marshall o giratorio; caratteristiche meccaniche, metodo Marshall o giratorio.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente

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

6) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che del filler. La zona destinata al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. L'inserimento nel mescolatore dei materiali componenti il conglomerato saranno in sequenza: inerti caldi, bitume, filler e polverino da PFU.

Il tempo di miscelazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 30 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, quella del legante tra 160°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,2%.

7) PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA

Prima pulizia del piano di posa, si dovrà provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco impermeabilizzante con emulsione di bitume modificato a rapida rottura tipo Helastoval 70, spruzzata in quantità tale da avere come residuo secco nella quantità compresa tra kg/m² 1,0 e 1,4 (secondo le indicazioni della DL); si potrà usare anche bitume modificato (le caratteristiche di tale bitume sono le stesse di quello usato per il confezionamento del conglomerato). Si dovrà provvedere quindi al successivo spargimento di uno strato antiaderente per i mezzi d'opera che potrà essere costituito nei seguenti modi:

1. un sottile velo di filler con macchinari idonei (tipo macchina spargisale). Il filler dovrà provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente, calcaree. La quantità di filler deve essere la minima necessaria per impedire l'incollaggio delle ruote dei mezzi ed evitare eventuali refluenti della mano di attacco;
2. graniglia 8/12 mm (preferibilmente prebitumata con lo 0,6 - 0,8% di bitume sul peso degli inerti di pen. 50/70 o 70/100 dmm), nella quantità di 8-10 litri/m², ed alla sua immediata rullatura per favorirne l'adesione alla mano di attacco.

L'eventuale eccesso di graniglia o comunque quella non ancorata, dovrà essere eliminata mediante motospazzatrice aspirante.

8) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la

finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 120°C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli a ruote metalliche da 8 – 12 tonnellate non vibranti, a rapida inversione di marcia e con ruote motrici rivolte verso la finitrice. La rullatura dovrà iniziare con il costipamento della giunzione longitudinale con la striscia adiacente, passando quindi sull'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradatamente verso il centro, e tornando infine sulla giunzione.

Al termine della compattazione, lo strato dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- lo strato dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 96% di quella giratoria a N2 o Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, con vuoti residui inferiori all'10% Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma UNI EN 12697-6, su carote di 10 –15 cm di diametro;
- la resistenza all'attrito radente, misurato dopo almeno 30 giorni di apertura al traffico, non dovrà risultare inferiore a 55 (UNI EN 13036-4) e macrorugosità superficiale (UNI EN 13036-1) misurata con il metodo di altezza in sabbia superiore a 0,6.;
- Riduzione del livello sonoro fra prima e dopo la stesa, dovuto all'attrito fra pneumatici e la superficie stradale, misurato dopo almeno 30 gg di apertura al traffico, non dovrà risultare inferiore a 4 decibel, misurato secondo il metodo CPX ISO/CD 11819-2. La misura sarà effettuata Dopo non meno di 30 giorni il termine dei lavori.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti saltuari e contenuti nel limite di 5 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Art. 24 – Trattamento superficiale di sabbiatura

a) Preparazione della superficie della massiciata cilindrica da sottoporre a trattamenti superficiali.

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

Per raggiungere tale scopo occorrono le operazioni seguenti:

- 1) pulizia del piano viabile mediante scope a mano e scopatrici meccaniche per liberare la superficie stradale dal materiale detritico sciolto, dalla polvere e dalle impurità in genere.
- 2) eventuale lavaggio della massiciata con getto d'acqua sotto pressione limitatamente a quelle zone sulle quali la massiciata risulti coperta da ganghe e da impurità non eliminabili con l'impiego di spazzoloni anche metallici.
- 3) si provvederà all'eliminazione dell'ultima polvere ancora residua con l'azione combinata di scope flessibili ed apparecchi pneumatici che assorbano o soffino via la polvere ed i minuti detriti ancora presenti nella massiciata.

b) Esecuzione della sabbiatura.

La sabbiatura verrà eseguita mediante spruzzatura di emulsione bituminosa al 55% in ragione di Kg. 0,500 - 0,700 per metro quadrato.

Successivamente verrà sparsa sulla superficie così trattata sabbia pulita di dimensioni comprese fra 0 e 3 mm., in quantità sufficiente a saturare la emulsione sparsa. Indicativamente la quantità di sabbia oscillerà sui 2-3 litri al mq. Potrà essere richiesto dalla D.L. in funzione dei materiali localmente reperibili, che la sabbiatura sia eseguita con sabbia ventilata, cioè sabbia asciugata mediante trattamento termico.

La sabbia dovrà essere accuratamente sparsa con idonei spazzoloni di saggina fino a sigillare accuratamente l'intera superficie.

Art. 25 – Scarificazione di pavimentazioni esistenti

E' prevista la demolizione della pavimentazione di qualsiasi spessore in conglomerato bituminoso, compreso la rimozione del materiale granulare esistente di qualsiasi spessore, eseguita a mano o a macchina con tutte le precauzioni atte a garantire l'integrità della struttura sottostante. Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% ed il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Compreso il trasporto a discarica del materiale di rifiuto e, in genere, tutti gli oneri necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massiciata

esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione su strada sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco Prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

Art. 26 – Fresatura di strati in conglomerato bituminoso

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico dei materiali di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionale come ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e funzionamento preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie dello scavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali, dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare il piano perfettamente pulito.

Art. 27 – Strato di SAMI con emulsione di bitume modificato

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi, dai regolamenti, dalle Norme armonizzate e dalle norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il Direttore dei Lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. Salvo diversa indicazione, i materiali proverranno da fornitori che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali. L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

1) DESCRIZIONE

La membrana serve per impermeabilizzare, distribuire l'assorbimento degli stress causati dal traffico e favorire la perfetta adesione fra gli strati di conglomerato bituminoso che compongono il pacchetto stradale, quindi ad allungare la vita utile della pavimentazione. Un suo uso comune è come strato impermeabilizzante sotto gli asfalti drenanti per preservare gli strati inferiori della pavimentazione. La membrana fatta in opera, è costituita dal residuo dell'emulsione di bitume modificato con polimeri SBS di idonee caratteristiche, spruzzata da autocisterna termica provvista di impianto autonomo di riscaldamento e barra di distribuzione automatica con strumentazione in grado di assicurare l'uniformità di stesa e di dosaggio, successiva applicazione di filler, sabbia o inerte tali da consentire dopo la lavorazione il passaggio del normale traffico di cantiere.

2) MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

Emulsione di bitume modificato

Dovrà essere impiegata una emulsione cationica di bitume modificato residuo, tale da permettere l'applicazione su strada anche umida. Il bitume modificato emulsionato sarà fabbricato preventivamente mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri SBS nel bitume al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione, un aumento della viscosità ed una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione. Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà avere caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. I requisiti dell'emulsione di bitume modificato (designazione secondo UNI EN 13808:2013:C69BP3) dovranno rispondere alle specifiche della tabella sottoindicata.

Parametro	Normativa	Valori	Classe UNI EN 13088
Adesività	UNI EN 13614	> 90%	3
Coesione forze ductility test a 10°C	UNI EN 13703	> 2 J/cm ²	6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	> 78%	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)	UNI EN 13074		
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70-155%	3
Contenuto di legante (per contenuto d'acqua)	UNI EN 1428	67-71%	9
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	< 100 dmm	3
punto di rammollimento	UNI EN 1427	< 60°C	2

3) PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA ED OPERAZIONI DI MESSA IN OPERA

Le superfici da trattare devono essere pulite, compatte ed esenti da oli e prodotti antiaderenti, ciottoli vaganti, polvere ed in generale da parti incoerenti. Per una accurata pulizia generale delle superfici sono necessarie motosoffiatrici, motospazzatrici o qualsiasi altra apparecchiatura atta allo scopo che la DL riterrà opportuna.

L'applicazione si svolgerà con le seguenti operazioni:

-spandimento, tramite autocisterna termica provvista di impianto autonomo di riscaldamento e barra di distribuzione automatica con strumentazione in grado di assicurare l'uniformità di stesa e di dosaggio, di emulsione di bitume modificato come al punto 2, tale da avere su richiesta della Direzione Lavori tra 1,0 e 1,5 kg/m² di residuo bituminoso a terra;

-spargimento uniforme di graniglia 8/12 mm (preferibilmente prebitumata con lo 0,6 - 0,8% di bitume sul peso degli inerti di pen. 50/70 o 70/100 dmm), nella quantità di 8 - 10 litri/m², ed alla sua immediata rullatura per favorirne l'adesione alla mano di attacco.

L'eventuale eccesso di graniglia o comunque quella non ancorata, dovrà essere eliminata mediante motospazzatrice aspirante. In alternativa, si potrà effettuare uno spargimento di sabbia (o di filler) di pezzatura inferiore a 3 mm in ragione di circa 2 kg/m². Il tutto al fine di preservare il SAMI, realizzando uno strato calpestabile dai normali mezzi di cantiere.

Le lavorazioni devono essere sospese con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque sempre in caso di pioggia, forte umidità o in generale quando le condizioni meteorologiche possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

CAPO 12) SMALTIMENTO ACQUE

Art. 28 TUBI IN CLORURO DI POLIVINILE (P.V.C.)

I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi in cloruro di polivinile (P.V.C.) per “fognature a gravità” dovranno corrispondere alle seguenti norme di unificazione: UNI EN 1401-1 ed essere contrassegnati con il marchio di qualità IIP (Istituto Italiano Plastici), le suddette sigle dovranno essere stampate su ogni singola tubazione.

I tubi dovranno presentare le superfici interne perfettamente lisce e prive di qualsiasi difetto. I giunti saranno a bicchiere con anello di tenuta in neoprene, o da incollare a seconda delle specifiche contenute negli elaborati di progetto.

Le tubazioni oltre a rispondere ai requisiti di cui le rispettive norme UNI dovranno inoltre essere conformi e rispondenti a quanto previsto dal D.M. 12.12.1985 e si dovranno rispettare le norme contenute nella pubblicazione n° 3 del Novembre 1984 dell'istituto italiano dei Plastici "Installazione delle fognature in PVC, “raccomandazione per il calcolo e l'installazione di condotte in PVC rigido nella costruzione di fognature e di scarichi industriali interrati”.

Dovranno essere anche rispettate le seguenti prescrizioni:

Trasporto

Nel trasporto, bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione, se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo. È buona norma, nel caricare i mezzi di trasporto, procedere ad adagiare prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri. Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, è buona norma che i tubi non sporgano più di un metro dal piano di carico.

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno. Ciò potrebbe infatti provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Carico e scarico

Queste operazioni, come del resto deve avvenire per tutti i materiali, devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere nè buttati, nè fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura. Se non si seguono queste raccomandazioni è possibile, specialmente alle basse temperature della stagione invernale, provocare rotture o fessurazioni.

Accatamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piene prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi. I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti. In questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazione ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice.

I tubi non devono essere accatati ad un'altezza superiore a m 1,50 (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno eseguire, per il loro accatamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatamento di tubi infilati uno nell'altro. Ciò infatti provocherebbe certamente l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle basse temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC. In queste condizioni climatiche le operazioni di movimentazione (trasporto, accatamento, posa in opera, ecc.), devono essere effettuate con maggior cautela.

Raccordi ed accessori

Vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi, si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucciarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

Per quanto concerne la posa dei tubi in P.V.C. valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo, in particolare, nel caso di rivestimento in calcestruzzo (normalmente sconsigliato), durante il getto il tubo dovrà mantenere, per tutta la sua lunghezza, la quota di progetto. Sarà cura dell'Appaltatore evitare che eventuali corpi estranei entrino nella tubazione durante la messa in opera.

I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi in cloruro di polivinile (P.V.C.) per "edilizia" dovranno corrispondere alle seguenti norme di unificazione: UNI EN 1401. Saranno impiegati soltanto quando espressamente previsto in progetto e dovranno essere allettati e completamente rinfiancati con calcestruzzo al fine di garantire la portanza e la stabilità in relazione alle condizioni di esercizio.

I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi in cloruro di polivinile (P.V.C.) per "canalizzazioni protettive interrato di cavi telefonici ed elettrici" dovranno corrispondere alle seguenti norme di unificazione: CEI 23/29, dovranno avere un'estremità provvista di bicchiere, essere autoestinguenti, della serie IP/CP con marchio italiano di qualità e presentare una resistenza allo schiacciamento di c.a 1250 N. Nella posa dovranno essere allettati e completamente rinfiancati con calcestruzzo al fine di garantire la portanza e la stabilità in relazione alle condizioni di esercizio.

Posa su fondo sagomato

Di norma i tubi potranno essere posati direttamente sul fondo della fossa solo quando il livello stabile delle eventuali acque di falda si mantenga depresso rispetto allo stesso. Sul fondo dello scavo, secondo le prescrizioni ed i disegni di progetto, verrà posto in opera uno strato di sabbia o di calcestruzzo magro o di stabilizzato dello spessore minimo finito di 10-15 cm, salvo diverse prescrizioni da parte della D.L. Il fondo sarà sagomato in modo da assicurare una regolare ripartizione del carico gravante sui tubi, che dovranno perfettamente aderirvi per tutta la loro lunghezza e per la necessaria larghezza, evitando appoggi su punti o linee.

Quando i tubi hanno giunti a bicchiere, per l'alloggiamento di questo sarà scavato un apposito incavo nel fondo della fossa.

Posa su fondo non sagomato: La Direzione dei lavori, valutate tutte le circostanze particolari, e sempreché ai tubi sia assicurato un ricoprimento adeguato sopra la generatrice, potrà autorizzare la posa del condotto su fondo non sagomato. In tal caso i tubi dovranno essere rinfiancati molto accuratamente con sabbia, ghiaietto o calcestruzzo a seconda delle prescrizioni, eseguendo l'operazione esclusivamente a mano.

Tagli di tubazioni per innesti

Dovendosi procedere al taglio di un tubo, si farà in modo di operare sull'elemento più a monte o, meglio, su quello più a valle della tratta, e ciò prima di calarlo nella trincea. Nel taglio si opererà con ogni diligenza, prestando attenzione a non incrinare lo spezzone da utilizzare e curando la ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo. Di norma le estremità tagliate verranno convenientemente inglobate nel getto dei muri perimetrali delle camerette di ispezione.

Giunzioni

Giunzioni rigide: Vengono di norma realizzate mediante sigillatura in puro cemento tipo R=425, per tubi generalmente in conglomerato cementizio semplice con giunto ad incastro.

Giunzioni plastiche a freddo: Vengono realizzate mediante nastri plastici o mastici spatolati a freddo, per la sigillatura di condotti con giunti a bicchiere o ad incastro particolarmente di grandi dimensioni e con basse temperature di posa. L'accettazione dei materiali e l'esecuzione delle giunzioni sono regolate dalle norme DIN 4062, che qui si intendono integralmente trascritte. Dovranno inoltre osservarsi le particolari disposizioni di seguito impartite. Il materiale di sigillatura è costituito da mastice a base di bitume o pece di catrame di carbon fossile, lavorabile a freddo mediante spatola, ovvero da nastri plastici prefabbricati aventi come componenti di base una delle due sostanze indicate. Il prodotto dovrà avere consistenza plastico-dura, tale però da poter essere lavorato con i normali mezzi di cantiere ad una temperatura propria di +10 gradi C.

Giunzioni elastiche: Sono costituite da speciali gomme o resine sintetiche formate in anelli di opportuno diametro o colate a caldo sugli elementi da giuntare.

Giunzioni con anelli in gomma sintetica: Gli anelli elastici vengono utilizzati per la giunzione di tubi con estremità foggiate a bicchiere oppure anche ad incastro, purché le pareti del tubo siano di elevato spessore e l'incastro sia orizzontale. Le speciali gomme con cui vengono fermati gli anelli di tenuta devono possedere particolari caratteristiche di elasticità, per attestare le quali il Fornitore dovrà presentare i certificati delle prove di laboratorio eseguite. La Direzione dei lavori potrà anche richiedere una documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di:

- invecchiamento, esaminato con un trattamento a caldo;
- resistenza alla corrosione chimica, esaminata con introduzione in soluzioni acide e alcaline;
- resistenza all'attacco microbico;
- resistenza alla penetrazione di radici;

- impermeabilità.

In mancanza di tale documentazione, o nel caso di inidoneità, dovranno eseguirsi le relative determinazioni secondo le modalità che all'occorrenza saranno indicate.

Prova di impermeabilità

A richiesta della Direzione dei lavori, prima del reinterro, dovrà essere eseguita una prova di impermeabilità secondo le modalità di seguito indicate.

Prova di impermeabilità delle giunzioni

Per verificare l'impermeabilità delle giunzioni di un tratto di canalizzazione, questo sarà normalmente sottoposto ad un carico idraulico di 0,5 atmosfere. Prima di iniziare la prova, si procederà a sigillare i due tubi estremi del tratto da esaminare. La tubazione verrà quindi riempita d'acqua avendo cura che non subisca spostamenti o sollevamenti, adottando se necessario idonei congegni di sicurezza e lasciando in ogni caso libere le giunzioni in modo da poter individuare con facilità eventuali punti permeabili. L'acqua sarà quindi sottoposta per 15 minuti primi alla pressione di prova, che potrà essere controllata con un manometro o un piezometro. Se durante il tempo prescritto la pressione diminuisce, si deve aggiungere altra acqua in modo da mantenere costantemente il valore iniziale; se tuttavia si notano punti permeabili, la prova deve essere interrotta per riparare i difetti e in seguito ripetuta per altri 15 minuti.

Prova di impermeabilità della canalizzazione

Per verificare l'impermeabilità di un tratto di canalizzazione questa sarà preparata come previsto al precedente paragrafo, con la sola variante che, prima di dare inizio alla prova, i tubi dovranno essere saturi d'acqua. A tale scopo, quando i tubi siano in conglomerato cementizio, la canalizzazione sarà riempita di acqua 24 ore prima della prova, mentre se sono in gres o P.V.C dovranno essere sottoposti alla pressione di 0,5 atm 10ra prima della prova. Anche questa prova avrà una durata di 15 minuti primi, ma la pressione dovrà essere in ogni caso di 0,5 atm e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter misurare la quantità d'acqua aggiunta. La Direzione dei lavori potrà avvalersi, nel caso che lo ritenga opportuno, delle disposizioni riportate nella legge 19.05.1976 n. 319, allegato supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 21.12.1977 e nel D.M. 12.12.1985.

Art. 29 Tubi in cemento

I tubi di cemento dovranno essere confezionati 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.

a) Tubi di cemento autoportanti

Saranno confezionati con impasto dosato a 350-400kg/mc di cemento, vibrocompresso o centrifugato, e dovranno presentare sezione perfettamente circolare (od ovale, nella sagoma prescritta), generatrice dritta, spessore uniforme (o come da sagoma), elevata resistenza flessionale ed, in frattura, grana omogenea, compatta e resistente.

Caratteristiche tecniche

- Il cemento utilizzato per la produzione del manufatto dovrà soddisfare le prescrizioni fissate dalla UNI-ENV 197/1, tipo Portland 42,5 ad alta resistenza, soggetto a marcatura CE.
- Gli aggregati, devono soddisfare i requisiti della norma UNI-EN 12620, di granulometria assortita ed avere dimensione massima di mm 18, soggetti a marcatura CE;
- L'acqua d'impasto esente da cloruri e sostanze organiche secondo la norma UNI-EN 1008:2003;
- Rapporto acqua /cemento < 0,45
- Classe di resistenza CLS C35/45 N/mm² a 28 gg di maturazione determinata su provini cubici secondo UNI-EN 12390:2003.
- Il grado di assorbimento d'acqua accettabile secondo le norme UNI-EN 1916-2004 è inferiore a 6%.

I tubi potranno essere con giunto ad incastro (a mezzo spessore) o con giunto a bicchiere.

I primi nel tipo "A" (circolare con piede), nel tipo "B" (circolare senza piede) e nel tipo "C" (ovoidale con piede); i secondi nel tipo "D" (circolare senza piede) od anche nei tipi corrispondenti agli altri tubi con giunto ad incastro (in via di normalizzazione). La lunghezza sarà non inferiore ad 1,00 m e di norma paria 2,00 m od anche maggiore purché multipla di 0,50 m. Lo spessore minimo, salvo diversa accettazione, sarà conforme ai valori riportati nelle norme DIN 3032.

Trasporto

I tubi non potranno essere trasportati o collocati in opera prima che siano trascorsi almeno 28 gg dal la loro fabbricazione (14 gg nel caso di impiego di cemento ad alta resistenza), con eccezione per i manufatti maturati artificialmente. La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di vietare la collocazione in opera dei tubi che, a suo insindacabile giudizio, non presentassero sufficiente periodo di stagionatura.

Messa in opera

I tubi dovranno essere posti in opera con rinfianco di materiale granulare secco tipo pietrisco 10-25 mm o calcestruzzo Rck 15 N/mm² e interrati con materiale inerte sciolto proveniente dallo scavo.

La connessione degli elementi è realizzata mediante giunto a bicchiere adatto a ricevere opportuna guarnizione in elastomero a struttura compatta, conforme alla normativa EN 681-1, fornita separatamente o incorporata nel giunto.

Prove

Le prove che potranno venire richieste per l'accettazione saranno quelle di impermeabilità e di resistenza meccanica. La prima verrà effettuata, su tubi interi, considerando significativo l'assorbimento d'acqua dopo permanenza dello elemento in prova, per 15 minuti, alla pressione di 0,5 kgf/cm².

La seconda consisterà in una prova di schiacciamento al vertice da effettuare, su elementi aventi lunghezza pari a quella nominale, con carichi opportunamente ripartiti sulla generatrice superiore.

Si rimanda all'art. 8 del CSA per gli elementi prefabbricati.

CAPO 13) DEMOLIZIONI

Art. 30 – Demolizioni di murature e fabbricati

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

Le demolizioni dovranno avvenire facendo uso di disco diamantato e di pinze che garantiscano il minor disturbo possibile alle strutture adiacenti. L'utilizzo di martelli demolitori è consentito solo nel caso di edifici isolati, previa autorizzazione della D.L., qualora tale impiego non possa arrecare danni a strutture vicine.

L'impresa dovrà predisporre le puntellature necessarie, i ponti di servizio interni ed esterni, il trasporto a discarica del materiale di risulta, nonché tutte le precauzioni e cautele per evitare danni ad eventuali fabbricati vicini ed a terzi, l'adozione degli accorgimenti atti a tutelare l'incolumità degli operai e del pubblico, l'impiego di mezzi segnaletici diurni e notturni per avvertire i passanti, la recinzione degli spazi di rispetto.

Dovranno essere adoperate le opportune cautele per demolire a piccoli tratti le strutture collegate a ridosso di fabbricati o a loro parti escluse dalla demolizione (tagliando gli eventuali materiali metallici con fiamma o con sega); resta a carico dell'impresa la riparazione dei danni arrecati a terzi e ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

Si dovrà procedere all'abbassamento delle macerie evitando nel modo più assoluto la caduta, per la sicurezza degli operatori.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, al più presto, venire trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche e comunque fuori dalla sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi a rifiuto delle materie provenienti dagli scavi.

Nel caso di demolizioni aggiuntive rispetto a quelle previste in progetto, i prezzi fissati in elenco per le demolizioni si applicheranno ai corrispondenti volumi effettivi delle opere demolite, salvo il caso dei fabbricati per i quali il volume sarà computato vuoto per pieno, con altezze prese alle imposte delle coperture a partire dai piani di demolizione. Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nel presente articolo.

Art. 31 – Demolizione di ponti in c.a. e muratura

La demolizione di strutture di ponti, quali travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia in c.a. o c.a.p. o in struttura mista, su strade in esercizio dovrà essere eseguito fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

La demolizione di strutture di ponti o opere d'arte su corsi d'acqua, dovrà essere realizzata evitando la caduta di macerie in alveo e comunque dovrà essere effettuato un accurato recupero di tutte le parti in cemento o in acciaio dall'alveo del corso d'acqua, dette parti di demolizione saranno quindi trasportate a discarica oppure recuperate mediante macinazione e/o vagliatura dei materiali a giudizio della Direzione Lavori.

Durante tutte le operazioni di demolizione occorre che sia sempre garantito il regolare deflusso del corso d'acqua, senza creare alcun restringimento alla normale sezione dell'alveo od ostruzioni di qualsiasi tipo.

Nei ponti in cui le strutture in elevazione sono tali per cui la demolizione non controllata o il crollo accidentale possa arrecare danni a fabbricati o ad opere adiacenti occorrerà predisporre da parte dell'Impresa esecutrice un apposito progetto costruttivo di demolizione.

Tutti i materiali delle pavimentazioni stradali (asfalti) andranno conferiti in discarica autorizzata secondo le norme specifiche.

Tutti i materiali del corpo stradale (materiali aridi) potranno essere recuperati e riutilizzati nell'ambito del cantiere, previa accettazione della Direzione Lavori.

Le demolizioni delle strutture in elevazione dovranno spingersi fino alla rimozione delle spalle e delle fondazioni, con la sola esclusione dei pali di fondazione che rimangono interrati.

Art. 32 – Sabbatura o idrosabbatura

Le superfici di calcestruzzo o in bozze di pietrame, da ripristinare o ravvivare, verranno preparate mediante trattamento di idrosabbatura o sabbatura a secco e spazzolatura per asportare piccole parti residue in fase di distacco, l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura privi di copriferro, allontanare polveri, piccole impurità, tracce di grassi, oli e sali aggressivi ed ottenere quindi un calcestruzzo sano, pulito e compatto.

Ove necessario la pulizia dovrà essere eseguita con scalpellatura e successiva sabbatura.

La sabbatura, la scalpellatura e successiva sabbatura è prevista su tutte le superfici in vista delle opere interessate.

CAPO 14) BARRIERE DI SICUREZZA

Art. 33– Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici

Tutti i materiali forniti dovranno rispondere alle normative dettate dalle Norme CE.

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

Per quanto qui sopra non riportato, si richiama espressamente la circolare del Ministero dei lavori pubblici del 16/05/1996 n° 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale".

Pertanto, in sede di offerta i concorrenti dovranno presentare, oltre alla documentazione di rito, una dichiarazione del legale rappresentante dell'impresa, con firma autenticata (in caso di associazioni temporanee di imprese una dichiarazione per ciascuna delle imprese partecipanti all'associazione), nella quale viene attestato che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche dell'ente e secondo i criteri che assicurano la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi della norma EN 45014.

Ai sensi del D.M. 3 giugno 1998, le barriere stradali di sicurezza oggetto del presente appalto saranno di **classe H2, livello di contenimento Lc 288 kJ**.

Tutti i materiali forniti dovranno inoltre rispondere alle normative dettate dalle Norme CE.

Tutti gli elementi metallici della barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a FE 360, zincato a caldo nel rispetto della normativa UNI 7070 E, ed avere le seguenti caratteristiche;

Per quanto qui sopra non riportato si richiama espressamente la circolare del Ministero dei lavori pubblici del 16/05/1996 n° 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale".

Le opere che formano oggetto dell'appalto dovranno essere realizzate tenendo conto, per quanto possibile, delle norme C.N.R.-U.N.I. 10004-10005-10006-10007.

La barriera stradale di sicurezza sarà realizzata in conformità alle norme vigenti in materia.

L'impresa aggiudicataria è tenuta a produrre in originale o copia autenticata, idonea certificazione della omologazione della barriera fornita, corrispondente alla classe di contenimento richiesta.

Nel caso di non avvenuta omologazione per almeno due barriere stradali di sicurezza per la stessa classe all'atto della stipulazione del contratto, l'Appaltatore dovrà fornire alla D.L. un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo, le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati DD.MM.

Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da Circolare del Ministero LL.PP. del 06.04.2000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. all'atto della stipulazione del contratto.

Per quanto concerne le norme tecniche si fa riferimento alle seguenti normative:

-Circolare Ministero LL.PP. 11.07.1987 n. 2337

-D.M. LL.PP. 18.02.1992 n. 223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego"

-Circolare Ministero LL.PP. 9.6.1995 n. 2595

-Circolare Ministero LL.PP. 16.5.1996 n. 2357

-D.M. LL.PP. 15/10/96 (aggiornamento del D.M. 223/92)

-Circolare Ministero LL.PP. 15.10.1996 n. 4622

-Circolare Ministero LL.PP. 27.12.1996 n. 5923 (aggiornamento della circolare 2357/96)

-Circolare Ministero LL.PP. 9.6.1997 (modifiche alla circolare 5923/96) n. 3107

-D.M. LL.PP. 3.06.1998

-D.M. LL.PP. 11.06.1999

-D.M.LL.PP. 2.08.2001

-D.M. LL.PP. 23.12.2002

-D.M. Infrastrutture e Trasporti 21.06.2004 N.2367

-Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 3533 del 20/09/2005

-Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 753 del 02/03/2006

-D.M. Infrastrutture e Trasporti 28/6/2011 (Disposizioni sull'uso e installazione dei dispositivi di ritenuta stradale)

CAPO 15) SEGNALETICA STRADALE

Art.34 – Segnaletica verticale

Qualità e provenienza dei materiali

I materiali occorrenti per la produzione dei segnali e dei sostegni formanti oggetto del presente Disciplinare, qualunque sia la loro provenienza, dovranno essere della migliore qualità nelle rispettive loro specie e si intendono accettati solo quando, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno riconosciuti conformi alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato.

Ai sensi della Circolare del Ministero LL.PP. n° 2823 del 30/11/93, tutti i cartelli stradali forniti dovranno essere prodotti da Ditte autorizzate.

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione, D.P.R. 16/12/92 n° 495 del Codice della Strada approvato con D. Lgs. 30/4/92 n° 285.

Caratteristiche Generali dei Segnali

1- Parti metalliche

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni ed alle misure prescritte dal Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n. 495, e D.P.R. 16.9.96 n° 61 nonché al disciplinare tecnico "livelli di qualità delle pellicole retro riflettenti" contenuto nel D.M. del 31/03/95 ed alle successive circolari ministeriali; i segnali saranno costruiti in lamiera di alluminio semicrudo di prima scelta dello spessore non inferiore a 25/10 di mm.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassatura a fondo e quindi sottoposta a procedimento di FOSFO-CROMATIZZAZIONE o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. La lamiera, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciata a fuoco con opportuno smalto sintetico di colore grigio neutro, a finire con cottura a forno con temperature di 140 gradi centigradi.

A tergo di ogni segnale dovrà essere indicata la scritta "A.P. Modena", il Marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale, l'eventuale marchio della ditta che lo fornisce e l'anno di fabbricazione.

L'insieme delle predette annotazioni non può superare la superficie di cmq. 200, secondo quanto disposto dall'art. 77 comma 7 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 del C.d.S.).

L'ancoraggio dei segnali ai sostegni dovrà potersi realizzare mediante attacchi speciali universali in alluminio, fissati sulla parte posteriore del segnale tramite chiodatura o saldatura senza che alla fine della lavorazione la facciata del cartello, in pellicola, presenti depressioni o rilievi.

Le frecce direzionali, i preavvisi di bivio, i cartelli per i triangoli di prescrizione del diametro di cm. 90 ed i pannelli segnaletici di curva, perché presentino la necessaria rigidità, dovranno essere rinforzati con traverse in lamiera di alluminio scatolato con sezione ad "U" di lunghezze corrispondenti alle dimensioni dei segnali, saldate o chiodate sul retro dei cartelli; esse dovranno portare attacchi speciali per due o più pali secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Ogni segnale dovrà essere di scatolatura consistente in una piegatura a 90° del perimetro del cartello, la cui altezza sarà variabile tra i 12 e i 25 mm. a seconda delle dimensioni del cartello stesso, così pure per i dischi di qualsiasi diametro. Le frecce direzionali ed i preavvisi di bivio potranno essere muti o con iscrizioni. Per muti si intende che i cartelli non dovranno portare sulla facciata anteriore nessuna scritta o simbolo, pur essendo perfettamente finiti, anche nei bordi e nelle punte, in pellicola rifrangente a pezzo unico. Con iscrizioni, si intendono sia le frecce direzionali che i preavvisi, perfettamente finiti con iscrizioni, simbologie, inserti anche a più colori.

I cippi chilometrici dovranno essere costruiti da due pannelli in lamiera di alluminio spessore 15/10, applicati su di un telaio rettangolare realizzato in lamiera di ferro 10/10 stampata ad "U" di mm. (25x30x25); il sostegno, incorporato mediante saldatura al telaio, dovrà essere costituito da un palo a sezione rettangolare di mm. (50x30) di lamiera in ferro mm. 4, alto cm. 235;

La faccia esterna di ogni pannello interamente ricoperto in pellicola rifrangente di classe 1 o 2, sarà suddivisa in tre zone di cui la prima in alto con fondo bianco, la seconda al centro con fondo blu, la terza in basso con fondo bianco. Sostegno e telaio dovranno essere zincati a caldo per immersione; la pellicola rifrangente impiegata dovrà essere a "pezzo unico" ottenendo pertanto il colore blu con procedimento serigrafico.

1a- Supporti segnaletici in alluminio estruso

A scelta della D.L. potranno essere impiegati per i segnali di indicazione (frecce, preavvisi) supporti realizzati con profili in lega di alluminio anticorrosione, ottenuti per estrusione. Detti profili, aventi altezza cm. 20, cm. 25, cm. 30., dovranno avere forma, dimensioni, sagoma con le seguenti caratteristiche:

Spessore: Per le altezze da cm. 20 e 25 non inferiore a 25/10 di mm. su tutto lo sviluppo del profilo. Per l'altezza da cm. 30 non inferiore a 30/10 di mm. su tutto lo sviluppo del profilo.

Rinforzi: Ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "Omega aperto" formanti un canale

continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraglio delle staffe che in questo modo potranno essere fissate senza problemi di interasse, anche a sostegni esistenti.

Le suddette profilature dovranno presentare, in corrispondenza del punto di contatto con le staffe, una superficie piana, parallela alla faccia anteriore del supporto, che garantisca la massima aderenza tra staffa e profilo. Per ogni tipo di supporto (H. cm. 20, H. cm. 25, H. cm. 30) la superficie piana di ogni profilatura ad omega, non dovrà essere inferiore a cm. 2 per tutta la lunghezza del profilo. Per i profili da cm. 25 e cm. 30 sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

Giunzioni: Ogni profilo avrà ricavate lungo i bordi superiore ed inferiore, 2 sagome ad incastro che consentano la eventuale sovrapposibilità. Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto come previsto per le targhe tradizionali dalle norme AISCAT.

Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria non dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

Finiture: Le targhe realizzate con i profili in alluminio ESTRUSO dovranno essere sottoposte ai necessari trattamenti di decapaggio al fine di consentire l'applicazione sulla faccia anteriore dei vari tipi di pellicola con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore, non viene richiesto alcun trattamento particolare e neppure la verniciatura date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione ma soltanto decapaggio e l'applicazione delle scritte come previsto dal presente Art. 4 comma 4 del presente disciplinare.

Chiusura laterale: Entrambi i lati verticali delle targhe modulari così realizzate dovranno essere "chiusi" da un apposito profilo a "C" che sulla faccia anteriore del segnale si sovrapponga alla finitura in pellicola e sul retro consenta il fissaggio, a mezzo di idonee staffette, alla profilatura ad omega aperto del pannello modulare.

Sia il profilo a "C", che la staffetta di fissaggio saranno realizzati in alluminio estruso, dello stesso tipo impiegato per i pannelli modulari.

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato utilizzando il supporto originale. Pertanto la larghezza dei bordi sovrapposibili superiori e inferiori di tutte le targhe e frecce in alluminio estruso dovrà essere pari a 16-17 mm.

2 - Faccia anteriore.

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, dopo i prescritti trattamenti previsti dal presente art. 4, dovranno essere applicate pellicole retro riflettenti a normale efficienza - Classe 1 o a elevata efficienza - Classe 2, secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'art. 79 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 C.d.S.) e dal presente articolo al successivo paragrafo 3.

Sui triangoli ed i dischi della segnaletica di pericolo, divieto ed obbligo, la pellicola retro riflettente 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, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retro riflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retro riflettente.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (frecce, preavvisi di bivio, ecc.) essa dovrà essere interamente riflettorizzata, sia per quanto concerne il fondo del cartello che per i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza all'art. 79 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 C.d.S.).

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto stabilito dagli artt. 78 e 125 del Regolamento d'esecuzione (Art. 39 C.d.S.).

In ogni caso, l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (determinabili come dalla tabella II 16 del C.d.S.) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a mt. 100 ed allo scopo di mantenere un sufficiente potenziale di "bersaglio ottico" e richiamo visivo, i segnali di preavviso di bivio dovranno avere dimensioni non inferiori a 1,50x1,00 Ml.

I segnali da realizzare obbligatoriamente in pellicola ad elevata efficienza (Classe 2) in conformità all'art. 79 Comma 12 del Regolamento d'esecuzione sono:

Fig: 36/37/40/48/52, nonché i segnali di preavviso e di direzione.

Tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola ad elevata efficienza (Classe 2) su richiesta della Direzione Lavori; varranno in ogni caso le modalità d'esecuzione già sopra descritte relative ai segnali a pezzo unico e a quelli d'indicazione. Quando i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano di tipo perfettamente identico la Direzione Lavori potrà richiedere la realizzazione della

facciata anteriore interamente o parzialmente, con metodo serigrafico, e pezzo unico, qualora valuti che il quantitativo lo giustifichi.

3 - Pellicole.

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura oggetto del presente appalto dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Min. LL.PP. del 31/03/1995 e dovranno risultare prodotte da Aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI-EN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo, per ambedue i tipi previsti ai punti 2-3 e 2-4 del Disciplinare tecnico summenzionato e per tutti i colori previsti dalla Tab. 1 dello stesso.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti (di Classe 1 e Classe 2) sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale. Sui campioni presentati e parimenti sui segnali oggetto della fornitura, la grafica dovrà essere nitida e precisa, le pellicole non dovranno presentare ombreggiature, screpolature o zone di opacità e l'adesione al supporto dovrà essere perfetta, senza bolle d'aria o frastagliature sui bordi.

Definizioni

3.1 Pellicole di Classe 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni

3.2 Pellicole di Classe 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni

3.3 Pellicole di Classe 2 Speciali

Ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la Classe 2, ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 di cui al Cap. 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 30/03/95 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

- 1) segnaletica che per essere efficiente richiede una maggior visibilità alle brevi e medie distanze.
- 2) segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo.
- 3) strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti.
- 4) strade con forte illuminazione ambientale.

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti debbono possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa).

ANGOLO DIVERGENZA	ANGOLO ILLUMINAZIONE	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
	5	80	65	20	10	4
1°	30	50	40	13	5	2,5
	40	15	13	5	2	1

ANGOLO DIVERGENZA	ANGOLO ILLUMINAZIONE	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
	5	20	16	5	2,5	1
1,5°	30	10	8	2,5	1	0,5
	40	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31/03/95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopraddetti requisiti deve essere accluso, unitamente alla certificazione di Classe 2 prevista dal D.M. 31/03/95 nella documentazione di ogni ditta concorrente come richiesto all'art. 5 punto e).

Potrà essere richiesto inoltre che tale pellicola sia dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 25° C. (venticinque gradi). La misurazione si intende effettuata con strumenti per la misura delle tensioni superficiali "Kruss" con acqua distillata ed alla temperatura di 22° C.

In tale caso le caratteristiche dovranno essere attestate con certificato di prova di cui sopra.

4 - Sostegni per segnali in acciaio.

I sostegni saranno in ferro tubolare Diam. 48, Diam. 60 e Diam. 90 mm. zincati a caldo per immersione secondo norme U.N.I. Lo spessore sarà dimensionato in modo da garantire la massima stabilità del gruppo segnaletico ivi apposto anche in presenza di raffiche di vento sino alla velocità di 150 Km/h. I sostegni di qualsiasi diametro e lunghezza dovranno essere forniti completi di spinotto di ancoraggio alla base e tappo di chiusura alla sommità.

5 - Staffe in lega di alluminio per il fissaggio dei sostegni.

Dovranno offrire le massime garanzie di durata e di inalterabilità nel tempo senza alcun intervento manutentivo. Le staffe in lega di alluminio dovranno essere adatte ai sostegni tubolari di diametro 48 mm, 60 mm, 90 mm., o a sostegni a "C"; la bulloneria fornita a corredo dovrà essere realizzata pure in lega di alluminio o in acciaio inox a discrezione della D.L. per evitare fenomeni di corrosione dovuti alla corrente galvanica. Le suddette staffe dovranno essere del tipo ad "omega" o piatte con 2 bulloni. Non saranno accettate staffe in lega di alluminio del tipo ad un bullone.

6 - Garanzie.

La Ditta dovrà garantire la perfetta conservazione della segnaletica verticale, sia con riferimento alla sua costruzione, sia in relazione ai materiali utilizzati, per tutto il periodo di vita utile, secondo quanto di seguito specificato:

1. Segnali in alluminio con pellicola retroriflettente:
 - a) A normale efficienza - Classe 1
Mantenimento dei valori fotometrici entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 7 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.
 - b) Ad elevata efficienza - Classe 2
Mantenimento dei valori fotometrici entro l'80% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione verticale all'esterno.
2. Le coordinate colorimetriche dovranno essere comprese nelle zone specifiche di ciascun colore per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.
3. Entro il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente non si dovranno avere sulla faccia utile rotture, distacchi, decolorazioni od altri inconvenienti della pellicola che possano pregiudicare la funzione del segnale.
4. Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

Saranno pertanto effettuate, a totale cura e spesa della Ditta Aggiudicataria, la sostituzione ed il ripristino integrale di tutte le forniture che abbiano a deteriorarsi, alterarsi o deformarsi per difetto dei materiali, di lavorazione e di costruzione, entro un periodo di 5 anni dalla data di consegna del materiale per i segnali in pellicola a normale efficienza - Classe 1 e di 7 anni per i segnali ad elevata efficienza - Classe 2.

Negli anni successivi rimarrà a carico dell'Amministrazione acquirente una quota parte del costo del segnale come sotto specificato:

Segnali in pellicola a normale efficienza Classe 1		Segnali in pellicola ad elevata efficienza Classe 2	
ANNI DI GARANZIA	QUOTA A CARICO DELL'ENTE	ANNI DI GARANZIA	QUOTA A CARICO DELL'ENTE
6	50%	8	50%
7	60%	9	60%
		10	70%

La Ditta è tenuta a sostituire entro 30 giorni, a propria cura e spese, tutto il materiale che, a giudizio insindacabile della D.L. o dalle analisi e prove fatte eseguire dalla stessa, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni; è altresì tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla D.L. presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

Norme per la misurazione dei segnali

L'area dei pannelli di qualsiasi forma e consistenza sarà misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, esclusi i risvolti costituenti la scatola.

Le misure dei cartelli e dei sostegni sono soggette alle tolleranze previste dalle norme U.N.I.

Art. 35 – Segnaletica orizzontale

Caratteristiche della vernice per segnaletica orizzontale

A) Caratteristiche generali

Le vernici devono essere del tipo rifrangente premiscelato, contenente sfere di vetro, miscelate durante il processo di fabbricazione, in modo da garantire una efficiente funzionalità notturna.

Le vernici devono essere pronte per l'uso, della consistenza necessaria per la spruzzatura e corrispondere alle norme previste nella legge n.245 del 05/03/1963.

B) Condizioni per la stabilità

Il pigmento colorato della vernice bianca dovrà essere costituito da biossido di titanio, e da cromato di piombo per la vernice gialla.

Il liquido portante deve essere di tipo oleo-resinoso, con parte resinosa sintetica e recante l'indicazione del fornitore riguardante il contenuto del solvente.

Le vernici non dovranno assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da provocare la formazione di macchie; la composizione chimica dovrà preservarle da inquinamenti di sostanze bituminose, anche nei mesi estivi, in normali condizioni della pavimentazione stradale medesima.

Il potere coprente della vernice dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 mg/kg. (A.S.T.M. - D - 1738) ed il suo peso specifico dovrà essere compreso fra 1,6 e 1,8 kg/litro, filtro a 25°C (A.S.T.M. - D - 1473).

C) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità, di bolle d'aria, ed avere forma sferica almeno per il 90% del peso totale, con esclusione di elementi ovali, e non essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,5 determinato con il metodo dell'immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide tamponate a pH. 5 - 5,3 o di soluzioni di cloruro di calcio o di sodio.

Il peso delle sfere di vetro contenute nella vernice dovrà essere compreso fra il 30 e il 40%, e soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche granulometriche:

- perline passanti al setaccio n.70 = 100%
- perline passanti al setaccio n.140 = 15-55%
- perline passanti al setaccio n.230 = 0-14%

D) Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà risultare consistente e piena nelle linee della larghezza richiesta.

La quantità del diluente dovrà essere compresa tra il 4 e il 6 % del peso complessivo della vernice.

E) Tempo di essiccamento

La vernice dovrà asciugare entro 30-45 minuti, dall'applicazione di una linea avente la larghezza di cm.12 (dodici) sulla pavimentazione stradale in condizioni atmosferiche normali con temperatura dell'aria compresa fra 15°C e 40°C ed umidità relativa inferiore al 70%, trascorsi i quali la vernice non si dovrà staccare, subire deformazioni o scolorire sotto l'azione delle ruote di gomma degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. - D - 711 - 55.

F) Viscosità

La vernice dovrà avere una consistenza adeguata, misurata nel modo seguente:

- con Stormer Viscosimeter a 25°C, ed espressa in unità Krebe compresa fra 70 e 90 (A.S.T.M. - M - 562), ovvero misurata in coppa F.8 a 20°C, compresa tra 18 e 22 sec.

G) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. La determinazione del colore avverrà 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.

La vernice bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertato con opportuna attrezzatura. Il colore, ad applicazione avvenuta dovrà conservarsi nel tempo. Per determinare tale conservazione, che potrà essere richiesta dalla D.L. in qualunque momento, prima del collaudo, occorrerà l'opportuna analisi in laboratori.

H) Residuo

Il peso del residuo non volatile sarà compreso fra il 75% e l'85%, sia per la vernice bianca che per la vernice gialla.

I) Contenuto del pigmento

Il contenuto del biossido di titanio (v. bianca) non dovrà essere inferiore al 12% del peso totale, ed il peso del cromato di piombo (v. gialla) non inferiore al 8%.

L) Resistenza ai carburanti e lubrificanti

La vernice spruzzata dovrà resistere all'azione dei lubrificanti e carburanti di ogni tipo, risultandone insolubile ed inattaccabile.

Prove dei materiali della segnaletica orizzontale

In correlazione a quanto prescritto in precedenza, riguardante la qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione, l'Impresa è obbligata ad assumersi tutti gli oneri e le spese necessarie per il prelevamento, ed esperimento delle analisi di laboratorio, dei campioni in duplice esemplare, che munito di sigillo e firmato dal Direttore dei Lavori, verrà conservato nei modi adatti a garantirne l'autenticità.

Esecuzione dei lavori di segnaletica orizzontale

La vernice usata per la segnaletica orizzontale sarà rifrangente, ad alta resistenza all'uso ed a forte luminosità notturna.

Le verniciature dovranno essere eseguite con quantitativi di vernice compresa fra kg. 0,7 e 0,9 per metro quadrato, in relazione alle caratteristiche di rugosità della pavimentazione stradale.

La Provincia si riserva di controllare e verificare, con il personale preposto alla sorveglianza, la quantità di vernice che verrà impiegata. Nelle verniciature di primo impianto dovrà essere usato il quantitativo massimo sopraindicato.

Le linee saranno bianche o gialle, continue o tratteggiate con modulo vuoto-pieno di mt. 5,50 -3,00 salvo diverse prescrizioni del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada e diverse disposizioni della D.L.

Le strisce dovranno risultare omogenee e di uniforme intensità notturna, fino all'ultimazione delle operazioni di collaudo.

La segnaletica orizzontale sarà eseguita con macchina a spruzzo da una squadra particolarmente attrezzata e dotata di coni protettivi per la segnaletica eseguita e dei segnali per la regolamentazione del transito e per l'esecuzione dei lavori.

La segnaletica orizzontale dovrà essere conforme alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e del Regolamento di attuazione vigente con D.P.R. n.495 del 16.12.92.

I cantieri per l'esecuzione dei lavori dovranno essere regolarmente segnalati, a cura e spese dell'Impresa, in conformità a quanto prescritto dall'art.21 del N.C.d.S. e degli artt. dal 30 al 42 del Regolamento di attuazione.

Danni di forza maggiore alla segnaletica orizzontale

I danni dipendenti da cause di forza maggiore saranno accertati con la procedura stabilita dall'art. 24 del Capitolato Generale e dall'art. 25 del Regolamento 25.05.1895 n.350.

I danni prodotti alla segnaletica orizzontale dalla pioggia, dalla neve, dal gelo, e dal transito, non verranno considerati danni di forza maggiore.

I danni causati da applicazioni eseguite in sfavorevoli condizioni atmosferiche o su pavimentazioni umide, non verranno considerati in causa di forza maggiore, e dovranno essere riparate a cura e spese dell'Impresa.

La segnaletica orizzontale che non dovesse risultare in perfetto stato e conservarsi tale fino al collaudo, dovrà essere rifatta a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa non sarà ritenuta responsabile dei danni subiti dalla segnaletica orizzontale, causati da affioramenti di bitume, dal distacco di materiale litoide e da ammaloramenti della pavimentazione.

CAPO 16) SERVIZI E INTERFERENZE

Art. 36 – Rinterro degli scavi

L'Impresa non potrà eseguire il rinterro degli scavi prima che la D.L. abbia potuto verificare la regolarità dei lavori eseguiti. Il rinterro degli scavi avverrà seguendo quanto indicato nella tavola di progetto relativa alla sezione di scavo ed in particolare misto cementato sino allo strato di binder per gli spessori indicati nelle tavole di progetto. L'Impresa dovrà a sua cura e spese procedere alla stesa del materiale nello scavo, alla eventuale bagnatura ed alla costipazione con rullo o piastra vibrante e al riempimento totale o parziale dello scavo con nuovi materiali.

Art. 37 – Interferenze con altri servizi a rete sotterranei

Saranno a totale carico dell'Impresa gli oneri derivanti dalla presenza di cavi, tubazioni, manufatti, ivi compresi i ritardi causati dai lavori da effettuarsi in prossimità dei servizi esistenti, eseguiti sotto il controllo dei rispettivi Enti.

Saranno a totale carico dell'Impresa gli oneri derivanti dal ripristino di servizi esistenti danneggiati durante le lavorazioni. I ripristini dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni della Direzione Lavori e degli Enti interessati. Di tali rotture dovrà essere immediatamente avvisato il Direttore Lavori.