

Comune di Noceto

Provincia di Parma

INTERVENTI DI MANUTENZIONE
STRAORDINARIA STRADE CAPOLUOGO,
FRAZIONI ED EXTRAURBANE
CODICE CUP D73D16000160004

PROGETTO ESECUTIVO

8	PARTE GENERALE
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE
-	

PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI



Società di ingegneria
Str. Cavagnari, 10 - 43126 PARMA - Italy
Tel. 0521/986773 Fax 0521/988836
info@aierre.com

Ing. Francesco Ferrari

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Diego Pantano

UFFICIO TECNICO-Settore Progettazione-P.le Adami 1-tel.0521-622111-622206 fax 622200

Tabella Revisioni (UNI EN ISO 9001)

Commento		data emissione	riesame	verifica	validazione
0	EMISSIONE	Dic. 2018			

COMUNE DI NOCETO

Piazza Adami, 1 - NOCETO (PR)

TEL. 0521 622011 – FAX 0521 622200

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

NORME TECNICHE

LAVORI DI

INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRADE

DATI APPALTO

Codice unico di progetto (CUP)	D73D16000160004
--------------------------------	-----------------

Contratto	A corpo
-----------	----------------

Importo dei lavori	189.000,00
--------------------	------------

Oneri della Sicurezza	4.000,00
-----------------------	----------

TOTALE APPALTO	193.000,00
-----------------------	-------------------

Il Responsabile Unico del Procedimento

ing. Diego Pantano

Il Progettista

ing. Francesco Ferrari

INDICE

-Capo Primo-	4
OPERE STRADALI: QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO A MISURA - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	4
Art.1	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI 5
Art.2	MATERIALI 7
Art.3	PROVE DEI MATERIALI 19
Art.4	DEMOLIZIONI 20
Art.5	MALTE 21
Art.6	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI 21
(Normali e precompressi)	
Art.7	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, CANTONALI, PEZZI SPECIALI, PARAPETTI, ECC. 50
Art.8	CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE 50
Art.9	INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO 52
Art.10	STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO 53
Art.11	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO 57
Art.12	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI 71
Art.13	FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE 71
Art.14	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE 72
Art.15	CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 76
Art.16	ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO: CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, BEOLE 76
Art.17	PAVIMENTAZIONI IN MASSELI DI CLS AUTOBLOCCANTI 78
Art.18	MARCIAPIEDI ED ELEMENTI SPARTITRAFFICO IN CALCESTRUZZO AUTOBLOCCANTI 79
Capo Secondo	80
NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI	80
Art.19	MISURAZIONE DEI LAVORI 81
Art.20	NOLI 81
Art.21	SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI 82
Art.22	MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI 85
Art.23	CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE 88
Art.24	INTONACI E PROTETTIVI - SMALTI CEMENTIZI - CAPPE D'ASFALTO - IMPERMEABILIZZAZIONI 90
Art.25	MASSICCIATA CILINDRATA E TRATTAMENTO BITUMINOSO 90
Art.26	CONGLOMERATI BITUMINOSI: STRATI DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA 91
Art.27	SOVRASTRUTTURA STRADALE 91
Art.28	CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO - CANALETTE DI SCARICO - SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE 92

Art.29	CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	92
Art.30	ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO	
CEMENTIZIO: CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA		93
Art.31	MARCIAPIEDI ED ELEMENTI SPARTITRAFFICO IN	
CLS AUTOBLOCCANTI		93
Art.32	LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI	NEI
PRECEDENTI ARTICOLI		93

-Capo Primo-

**OPERE STRADALI: QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI
ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO A MISURA - ORDINE
DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

Art.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti per ognuno del capitolato salvo il caso che nel capitolato stesso siano determinati i luoghi da cui debbano prendersi alcuni dei materiali medesimi.

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

I materiali proveranno 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.

La direzione lavori ha facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si debbono impiegare in ogni singolo lavoro, quando si tratti di materiali non contemplati in queste specifiche.

I campioni rifiutati dovranno immediatamente ed a spesa esclusiva dell'impresa asportarsi dal cantiere e l'impresa sarà tenuta a surrogarli senza che ciò possa darle pretesto alcuno a prolungo del tempo fissato per l'ultimazione dei lavori.

CERTIFICATI DI QUALITÀ

Per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di prescritti dal presente atto, l'Impresa, prima dell'impiego, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale richiesti dal presente capitolato o che verranno eventualmente richiesti dal Direttore stesso. Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o la loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o fornitura in rapporto ai dosaggi e composizioni proposte. Tali 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.

PROVE DEI MATERIALI

In relazione a quanto prescritto circa le qualità e caratteristiche dei materiali, e la loro accettazione, l'Impresa fornitrice sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, attraverso il prelevamento e l'invio dei campioni ai laboratori ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante, nonché a tutte le relative prove.

I dati delle prove o i campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione, per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

Di detti dati o campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Compartimentale, previa apposizione di sigillo e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

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.

L'Appaltatore dovrà inoltre scrupolosamente attenersi alla legislazione vigente in merito alla sicurezza ed in particolare:

- D.M. 20.11.1968 Riconoscimento della efficacia ai fini della sicurezza dell'isolamento speciale completo di cui devono essere dotati gli utensili e gli apparecchi elettrici mobili senza collegamento a terra;
- D.M. 05.03.1973 Riconoscimento di efficacia dei dispositivi a frizione per l'arresto dei fine corsa adottati nei paranchi elettrici;
- Legge 18.10.1977 n.791 Attuazione della direttiva CEE 72/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.P.R. 31.07.1980 n.619 Istituzione dell'ISPESL (art.23 legge n.833/1978);
- D.M. Riconoscimento di efficacia ai sensi dell'art. 395 del D.P.R. 24.04.1955 n.547 di sistemi di sicurezza relativi ad elevatori trasferibili non installati stabilmente nei luoghi di lavoro;
- D.M. 04.03.1982 Riconoscimento di efficacia di nuovi mezzi o sistemi di sicurezza per i ponteggi sospesi o motorizzati;
- D.P.R. 08.06.1982 n.524 Segnaletica di sicurezza (rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n.206 del 28.07.1983);
- D.P.R. 21.07.1982 n.673 Attestazione e contrassegno di funi metalliche catene e ganci;

- Legge 12.08.1982 n.597 Conversione in legge con modifiche del D.L. 30.06.1982 n.390 recante disciplina delle funzioni prevenzionali ed omologative delle USL e dell'ISPESL;
- Legge 02.05.1983 n.179 Interpretazione autentica dell'art.7 del D.P.R. 27.04.1955 n.547 concernente norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.M. 01.03.1984 Ordinamento dei servizi dell'ISPESL;
- D.L. 04.02.1984 Modifiche all'autorizzazione alle USL ad esercitare alcune attività omologative di primo e nuovo impianto, in nome e per conto dell'ISPESL;
- D.M. 10.08.1984 Integrazione al D.M. 12.09.1958 concernente l'approvazione del modello del registro infortuni;
- D.M. 28.05.1985 Riconoscimento di efficacia di un sistema individuale anticaduta per gli addetti al montaggio e allo smontaggio dei ponteggi metallici;
- Legge 05.03.1990 n.46 Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.M. 19.03.1990 Norme per il rifornimento di carburanti a mezzo di contenitori - distributori mobili per macchine in uso presso aziende agricole, cave e cantieri;
- D.M. 23.03.1990 n.115 Riconoscimento di efficacia per ponteggi metallici fissi aventi interasse tra i montanti superiore a 1.8 m;
- Legge 05.11.1990 n.320 Norme concernenti le mole abrasive;
- decreti legislativi 19 settembre 1994, n. 626, 14 agosto 1996, n. 494, e 19 novembre n. 528 e SMI riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

Art.2 MATERIALI

a) Acqua.

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con **D.M. 09 gennaio 1996 (S.O. alla G.U. n. 29 del 05/02/1996)** in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

b) Leganti idraulici.

Dovranno corrispondere, come richiamato dal **D.M. 09 gennaio 1996**, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

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:

- D.M. 3.6.1968 che approva le «Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi» (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

- 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 31.1.1985).

- D.I. 9.3.1988 n. 126 «Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi».

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

- D.M. 31.8.1972 che approva le «Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche» (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

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) Additivi

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti - aeranti; fluidificanti - ritardanti; fluidificanti - acceleranti; antigelo – super fluidificanti, impermeabilizzanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri generali.

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

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal **D.M. 09 gennaio 1996** norme tecniche 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 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

f) 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.

g) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.

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

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

h) 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 specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindatura; 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 centimetri. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 centimetri.

i) Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione.

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

j) Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni.

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

k) 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.

l) Materiali laterizi.

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

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

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

m) 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.

n) 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 **D.M. 09 gennaio 1996** in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;

2) - lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.:

dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;

3) - acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con **D.M. 09 gennaio 1996** in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

o) Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o sferoidale secondo norma UNI 4544, realizzati secondo norme UNI EN 124 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luoghi di utilizzo	classe	portata
Per carichi elevati in aree speciali	E600	60 ton
Per strade a circolazione normale	D400	40 ton
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C250	25 ton
Per marciapiedi e parcheggi autovetture	B125	12.5 ton

Laddove indicato si impiegheranno chiusini in ghisa sferoidale a due o quattro semi coperchi triangolari incernierati su un fianco, in rispetto alla normativa che prevede un sforzo massimo, per l'apertura manuale, non superiore a 25 kg

p) Legnami.

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

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

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

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

q) Prodotti per impermeabilizzazione

Si intendono prodotti per impermeabilizzazione quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano descrittivamente in base:

- 1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);

2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);

3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);

4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

b) I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;

2) asfalti colati;

3) malte asfaltiche;

4) prodotti termoplastici;

5) soluzioni in solvente di bitume;

6) emulsioni acquose di bitume;

7) prodotti a base di polimeri organici.

c) I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione:
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua e secondo del materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

- Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.
- Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227.
- Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191.
- Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233.
- Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.
- I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossipoliuretanic, epossicatrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

r) 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.

s) 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.

t) Polveri di roccia asfaltica

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all'1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).

Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

u) Olii asfaltici

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- 1) *olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi*: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 ÷ 45°C;
- 2) *olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane*: viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C;

3) *oli di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi*: viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 ÷ 50°C;

4) *oli di tipo B (estivo) per polveri siciliane*: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche oli derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

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

v) Teli di «geotessile».

Il telo «geotessile» 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 filtrazioni trasversali, 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 N/5cm (1), con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione 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 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del «geotessile» occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 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 ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

w) Tubazioni di calcestruzzo di cemento normale – Tubazioni monolitiche.

I tubi di cemento saranno costituiti da conglomerato composto di Kg 400 di cemento tipo 425 e ogni mc 0,800 di ghiaietta e di mc 0,400 di sabbia e potranno costruirsi meccanicamente in apposito cantiere

ovvero a mano, sia direttamente nei cavi, dove devono impiantarsi, sia in cantiere. Il ghiaietto potrà essere sostituito da un'eguale quantità di pietrischetto.

La scelta del sistema di fabbricazione dei tubi sarà fatta dall'impresa secondo i mezzi di cui dispone e può avvalersi restando però essa in ogni caso responsabile della buona esecuzione e della regolare riuscita della condotta.

I tubi dovranno essere calibrati e di spessore uniforme.

Gli spessori dei tubi saranno i seguenti:

• diametro interno mm 100	spessore minimo mm 25
• diametro interno mm 120	spessore minimo mm 25
• diametro interno mm 140	spessore minimo mm 30
• diametro interno mm 150	spessore minimo mm 30
• diametro interno mm 180	spessore minimo mm 30
• diametro interno mm 200	spessore minimo mm 30
• diametro interno mm 250	spessore minimo mm 35
• diametro interno mm 300	spessore minimo mm 35
• diametro interno mm 400	spessore minimo mm 45
• diametro interno mm 500	spessore minimo mm 55

Qualunque sia il sistema di fabbricazione prescelto dall'Impresa il conglomerato dovrà essere compreso in modo da raggiungere la massima compattezza, uniformità ed impermeabilità.

Non sarà tollerata alcuna diminuzione del diametro interno, mentre per gli spessori si ammetterà una tolleranza di mm 3.

Per i tubi fabbricati meccanicamente la superficie interna dovrà risultare perfettamente liscia; per quelli ottenuti con fabbricazione a mano la superficie interna sarà rivestita con intonaco liscio di malta di cemento e sabbia in parti uguali dello spessore di 3 mm.

I tubi saranno tolti dalle forme non prima delle 24 ore dalla loro ultimazione e per 15 giorni successivi dovranno subire una conveniente stagionatura in apposite vasche oppure con frequenti ed abbondanti aspersioni con acqua. In ogni caso i tubi non potranno essere trasportati o collocati in opera prima che siano trascorsi quaranta giorni dalla loro fabbricazione.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di rifiutare i tubi approvvigionati in cantiere che a suo insindacabile giudizio si presentassero comunque difettosi.

x) Tubi in calcestruzzo in cemento armato centrifugato di tipo normale.

I tubi di cemento saranno costituiti da conglomerato composto di Kg 500 di cemento ogni mc 0,80 di ghiaietto e pietrischetto e mc 0,40 di sabbia e dovranno costruirsi meccanicamente in appositi cantieri. I tubi dovranno essere di forma e spessore regolari. La lunghezza utile dei tubi sarà di 3 m.

I giunti potranno essere indifferentemente del tipo a manicotto o del tipo ad anello a seconda della richiesta della direzione lavori.

Qualunque sia il sistema di lavorazione per la fabbricazione prescelta dall'impresa il conglomerato dovrà essere compresso in modo da raggiungere la massima compattezza, uniformità ed impermeabilità. La superficie interna dei tubi dovrà risultare liscia. Essi saranno tolti dalle forme non prima delle 24 ore dalla loro ultimazione e per quindici giorni successivi dovranno subire una conveniente stagionatura in apposite vasche oppure con frequenti ed abbondanti aspersione d'acqua.

In ogni caso i tubi non potranno essere trasportati e collocati in opera prima che siano trascorsi 30 giorni dalla loro fabbricazione.

Per quanto riguarda la dimensioni dei tubi saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- rispetto al diametro teorico interno, tolleranza $\pm 0,01 D + 5$ mm
- rispetto allo spessore una tolleranza massima in meno dello 0,1 di 8 rispetto allo spessore normale
- rispetto alla ovalizzazione dello 0,005 di $D + 3$ mm
- per le altre tolleranze in genere si adotteranno quelle di uso per l'ente acquedotto pugliese per quanto giustamente ed equamente prescrivibili per tubi di fognatura

I tubi armati centrifugati saranno armati con fili longitudinali di acciaio trafilato crudo e con spirale di armatura di uguale materiale, opportunamente disposti e nel numero e nelle dimensioni prescelte da ognuna delle ditte costruttrici.

I tubi saranno alloggiati e disposti mediante opportuni giunti a manicotto pure armato, o da anello esterno, a seconda che richiederà la direzione dei lavori. I tubi appoggeranno sopra apposite sellette in cemento armato in numero di due per ogni tubo. La direzione lavori si riserva di rifiutare i tubi approvvigionati in cantiere che, a suo insindacabile giudizio si presenteranno comunque difettosi.

y) Pozzetti in cemento armato

L'impresa è tenuta a fornire e posare pozzetti in conglomerato cementizio prefabbricati compresa l'eventuale stuccatura delle giunzioni con malta di cemento, lo scavo ed ogni altro onere, dati in opera compresi allaccio e sottofondo in cls a q.li 1.5 dello spessore di cm. 10. Le dimensioni dei pozzetti da impiegarsi saranno quelle indicate nei disegni esecutivi.

Oltre ai pozzetti, qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga necessario o quando espressamente previsto in progetto, dovranno impiegarsi prolunghe in cls e provvedere a stuccature o tagli per arrivare alla quota di progetto.

Resta inteso che a copertura dei pozzetti si utilizzeranno chiusini in cls prefabbricati completi di telaio o in ghisa sferoidale.

z) Tubi in policloruro di vinile

L'impresa è tenuta a fornire e posare tubi UNI 7473/75 serie 302 cloruro di polivinile a sezione circolare con giunto a bicchiere con relativi anelli di tenuta, conformi alle norme UNI per PN di 2.5 kg/cm². Sono compresi gli oneri relativi all'approvvigionamento di tubi, lo scarico, l'accatastamento, la ripresa, lo sfilamento lungo lo scavo, il montaggio dei giunti, la posa definitiva, l'allacciamento delle/alle eventuali condotte esistenti

Sono inclusi, poi, gli oneri per la formazione del sottofondo, del rinfiando e della copertura in cls di cemento a q.li 2.5 R325 non inferiore a cm. 15 attorno al tubo; per l'utilizzo del tubo in polifore viene previsto l'utilizzo di traini passacavi lungo tutto il tracciato.

Andranno, inoltre, disposti collari a staffa a quattro bulloni con rinforzi in acciaio, guarnizioni a corredo, tappo filettato, serie ISU 64, compreso ogni onere e/o magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Per la rete elettrica si dovranno impiegare tubi con diametro interno pari a quanto indicato sui disegni esecutivi, con pozzetti, delle dimensioni sempre secondo disegni esecutivi, con a copertura chiusini in ghisa sferoidale o conglomerato cementizio con indicazione per l'identificazione dell'impiego del pozzetto.

Per la rete fognaria verranno impiegati tubi, sempre in policloruro di vinile, UNI 7447/75 serie 303/1, del diametro interno secondo disegni esecutivi e pozzetti con eventuali prolunghe, con, a copertura, chiusini percolanti in ghisa sferoidale dotati di sifone.

aa) Tubi in polietilene

L'impresa è tenuta a fornire e posare tubi in polietilene alta densità (P.E. a.d.) con marchio IIP conforme norme UNI 7611-7615, serie 312, (saldati) per fluidi in pressione con giunzione mediante saldatura in testa, letto di posa e rivestimento della condotta con sabbia per uno spessore medio di 10 cm., sfilamento, calo, allaccio ed ogni altro onere per dare la condotta perfettamente funzionante e collaudata. Il diametro esterno, salvo diversa disposizione da parte della Direzione dei Lavori, sarà quello indicato sui disegni esecutivi.

I pozzetti impiegati lungo la rete dovranno essere in conglomerato cementizio prefabbricati, dotati eventualmente di prolunghe, e con, a copertura, i relativi chiusini.

ab) cordoni bentonitici

L'impresa è tenuta a fornire e posare cordoni bentonitici idroespansivi composti da 25% gomma butilica, 75% Bentonite di Sodio (esprese in percentuale di peso)

con peso specifico non minore di 1,6 gr/cm³, con garanzia di espansione a contatto con acqua di 6 volte del volume iniziale minimo, e con resistenza al carico idraulico fino a 5 bar.

Da utilizzare per la sigillatura delle riprese verticali ed orizzontali dei getti in calcestruzzo.

Il cordone bentonitico deve essere posto sul piano di posa, preventivamente ripulito da polvere e materiale incoerente, dovrà essere ingabbiato con le apposite reti di fissaggio e fissato con chiodi aventi passo non superiore ai 30 cm.

Deve in ogni caso essere garantita una copertura minima del manufatto sui lati di 8 cm.

Il cordone deve essere appoggiato sui piani di posa evitando accuratamente ogni interposizione tra il manufatto e la superficie stessa, ed ogni situazione che provochi schiacciamento del materiale od impedisca il confinamento regolare da parte del calcestruzzo.

Lame o tiranti del getto verticale debbono essere posizionate ad una distanza minima dal piano orizzontale non inferiore a 5-10 cm.

I cordoni andranno posati a temperature comprese tra i -5° e i $+50^{\circ}$ C

Art.3 PROVE DEI 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 atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

b) Accertamenti preventivi.

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

5000 m³ per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,

500 m³ per i conglomerati cementizi,

50 t per i cementi e le calci,

1.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. «Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo» delle Norme Generali.

c) Prove di controllo in fase esecutiva.

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, secondo quanto prescritto nel Capitolato Speciale Norme Generali, allegato al Contratto di Appalto.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale 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 in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Art.4 DEMOLIZIONI

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese della appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per la esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

In tutte le operazioni suddette dovranno essere scrupolosamente rispettate le norme in materia di protezione dei lavoratori, prevenzione degli infortuni sul lavoro, e smaltimento dei rifiuti.

Art.5 MALTE

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 di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

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

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere finiti 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.6 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI (Normali e precompressi)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/08 "Norme Tecniche per le Costruzioni" Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza Linee Guida per la messa in opera del Calcestruzzo Strutturale	
UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
UNI 11104	Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
UNI EN 197-1: 2006	Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni
UNI 9156	Cementi resistenti ai solfati
ISO 9001:2000	Sistema di gestione per la qualità. Requisiti

UNI EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
UNI 8520 Parte 1 e 2	Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 – Requisiti
UNI EN 1008:2003	Acqua d'impasto per il calcestruzzo
UNI EN 934-2	Additivi per calcestruzzo
UNI EN 450	Ceneri volanti per calcestruzzo
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	Fumi di silice per calcestruzzo
UNI EN 12350-2	Determinazione dell'abbassamento al cono
UNI EN 12350-5	Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse
UNI EN 12350-7	Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco
UNI 7122	Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione
prEN 13791	Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera
UNI EN 12504-1	Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione
EN 10080:2005	Acciaio per cemento armato
UNI EN ISO 15630 -1/2	Acciai per cemento armato: Metodi di prova
EUROCODICE 2- UNI ENV 1992	Progettazione delle strutture in c.a.
UNI ENV 13670-1	Execution of concrete structures
UNI 8866	Disarmanti

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206-1 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art.1, lett.c, della L. n°595/65 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto precedente.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art.1, lett. c, della L. n°595/65 rilasciata dal produttore di cemento.

Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7. L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000ton di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n°380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento al punto 4.2 della UNI 11104 ed ai punti 5.1.6 e 5.2.5 della UNI EN 206-1.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, come riportato nella tabella seguente:

TIPO DI CEMENTO	CLASSI DI RESISTENZA	VALORI DI K
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R - 52.5 N, R	0.4
CEM IIA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM IIIA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM IVA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2
CEM VA	32.5 N, R - 42.5 N, R	0.2

Tabella 6.1 - Valori del coefficiente k per ceneri volanti UNI EN 450 (prosp. 3, UNI 11104)

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 6.3.3).

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206-1 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

- fumo di silice $\leq 7\%$ rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto a/c prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- per un rapporto a/c prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ eccetto $k = 1,0$ per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. n°246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2600kg/mc. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2.600Kg/mc. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600kg/mc.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con punto 11 della UNI EN 1744-1) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possenga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 6.3.7.

Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620.

Per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

ORIGINE DEL MATERIALE DA RICICLO	CLASSE DEL CALCESTRUZZO	PERCENTUALE DI IMPIEGO
Demolizioni di edifici (macerie)	< C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo cls e c.a.	≤ C28/35	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ C45/55	fino al 5%

Tabella 6.2 - Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (D.M. 14/01/2008)

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

Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008.

Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti o superfluidificanti ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità del calcestruzzo e la durabilità dei getti.

Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto. Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale, al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

Nella tabella seguente viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione:

CLASSE DI ESPOSIZIONE	CLASSE DI RESISTENZA	A/C MAX	WR/SF	AE	HE	SRA	IC
X0	C12/15	0,60					
XC1 – XC2	C25/30	0,60	X				
XF1	C32/40	0,50	X		X	X	
XF2	C25/30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	C25/30	0,50	X	X	X	X	
XF4	C28/35	0,45	X	X	X	X	X
XA1-XC3-XD1	C28/35	0,55	X			X	X
XS1-XC4-XA2-XD2	C32/40	0,50	X			X	X
XS2-XS3-XA3-XD3	C35/45	0,45	X			X	X

Tabella 6.3 - Additivo in funzione delle classi di esposizione

dove:

- A/C = rapporto acqua/cemento
- WR/SF = fluidificanti/superfluidificanti
- AE = aerante
- HE = acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali)
- SRA = additivi riduttori di ritiro
- IC = inibitori di corrosione.

Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 40\text{mm}$), rotoli tipo B450C ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 16\text{mm}$);
- reti elettrosaldate ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{mm}$) tipo B450C.

Questi prodotti devono rispondere alle caratteristiche richieste dal D.M.14/01/2008, che specifica le caratteristiche tecniche, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE). L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, il marchio indelebile che lo rende riconoscibile e riconducibile allo stabilimento di produzione.

Requisiti

Saldabilità e composizione chimica

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni specificate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), come riportato nella tabella seguente:

TIPO DI ANALISI	CARBONIO ^a C (%)	FOSFORO P (%)	ZOLFO S (%)	RAME Cu (%)	AZOTO ^b N (%)	CARBONIO EQUIVALENTE ^a (%)
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,80	0,012	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,85	0,014	0,52
a = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. b = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.						

Tabella 6.4 - Massimo contenuto di elementi chimici (D.M. 14/01/2008)

Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), come riportato nella tabella seguente:

PROPRIETA'	VALORE CARATTERISTICO
f_y (N/mm ²)	$\geq 450 \alpha$
f_t (N/mm ²)	$\geq 540 \alpha$
f_t/f_y	$\geq 1,15 \beta$ $\geq 1,35 \beta$
Agt (%)	$\geq 7,50 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,25 \beta$
α - valore caratteristico con $p = 0.95$ β - valore caratteristico con $p = 0.90$	

Tabella 6.5 - Proprietà meccaniche (D.M. 14/01/2008)

In aggiunta a quanto sopra riportato, si possono richiedere le caratteristiche aggiuntive come riportato nella tabella seguente:

PROPRIETA'	REQUISITO
------------	-----------

Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	Superato ai sensi del D.L. 230/95 e del D. L. 241/00
* = in campo elastico	
** = in campo plastico	

Tabella 6.6 - Proprietà aggiuntive

Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14/01/2008, è richiesto il rispetto dei limiti riportati nella tabella seguente:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	DIAMETRO MASSIMO DEL MANDRINO
$\varnothing < 12$	4 D
$12 \leq \varnothing \leq 16$	5 D
$16 < \varnothing \leq 25$	8 D
$25 < \varnothing \leq 40$	10 D

Tabella 6.7 - Diametri del mandrino per la prova di piega e raddrizzamento (D.M. 14/01/2008)

Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione σ_{max} sarà 270N/mm² (0,6 $f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150N/mm² per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100N/mm² per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2 x 10⁶.

Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc.).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3Hz, con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione max. di trazione/compressione come riportato nella seguente tabella:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	LUNGHEZZA LIBERA	DEFORMAZIONE (%)
$D \leq 16$	5 D	± 4
$16 < 25$	10 D	± 2.5
$25 \leq D$	15 D	± 1.5

Tabella 6.8 - Prova carico ciclico in relazione al diametro

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14/01/2008, come riportato nella tabella seguente:

DIAMETRO NOMINALE (D) (mm)	TOLLERANZA SULLA SEZIONE (%)
$6 \leq \varnothing \leq 8$	± 6
$8 < \varnothing \leq 40$	± 4.5

Tabella 6.9 - Diametri nominali e tolleranze (D.M. 14/01/2008)

Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008. Le tensioni di aderenza devono essere misurate in accordo a quanto riportato nel D.M. 14/01/2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale.

Controlli sull'acciaio

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate al punto 11.3.2.11 del D.M. 14/01/2008 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/01/2008.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- Dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);

- Polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel punto 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.3.2.3 di cui al precedente D.M., riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento, come riportato nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE	VALORE LIMITE	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
Agt minimo	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$1.13 < f_t/f_y < 1.37$	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	Per tutti

Tabella 6.10 - Valori limite per prove acciaio

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n°380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100x100cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate", come riportato nella tabella seguente:

DIAMETRO BARRA (mm)	DIAMETRO MINIMO DEL MANDRINO PER PIEGATURE E GANCI
$\varphi \leq 16$	4 φ
$\varphi > 16$	7 φ

Tabella 6.11 - Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO**Classe di resistenza**

Il comportamento e la resistenza delle strutture in calcestruzzo, vengono identificate mediante la classe di resistenza, contraddistinta dalla simbologia C (X/Y) dove:

- X è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione (f_{ck}) misurata su provini cilindrici con rapporto altezza/diametro pari a 2, espressa in N/mm²;
- Y è la resistenza caratteristica cubica a compressione (R_{ck}), valutata su provini cubici di lato 150mm, espressa in N/mm².

Le classi di resistenza sono definite nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14/01/2008), come riportato nella tabella seguente:

CALCESTRUZZO CLASSE DI RESISTENZA C(x/y)
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50

C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Tabella 6.12 - Classi di resistenza del calcestruzzo (D.M. 14/01/2008)

Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 6.3.4 e 6.3.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di $\frac{1}{4}$ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (aaggr) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);
- (aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;
- (agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;
- (am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

- c => dosaggio per m3 di impasto di cemento;
- cv => dosaggio per m3 di impasto di cenere volante;
- fs => dosaggio per m3 di impasto di fumo di silice;
- Kcv e Kfs => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 6.2.2.1 e 6.2.2.2);

Lavorabilità (Classe di consistenza)

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possenga al momento della consegna in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella seguente.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta.

Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L.:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);

accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possenga i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Le classi di consistenza sono definite dalla UNI EN 206-1, come riportato nella tabella seguente:

CLASSE DI CONSISTENZA	ABBASSAMENTO DEL CONO DI ABRAMS SLUMP (mm)
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 200
S5	≥ 200

Tabella 6.13 - Classi di consistenza del calcestruzzo (UNI EN 206-1)

Acqua di bleeding

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 6.16, in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF (strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

Durabilità (Classe di esposizione)

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato.

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARSI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
1. ASSENZA DI RISCHIO DI CORROSIONE O ATTACCO		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2. CORROSIONE INDOTTA DA CARBONATAZIONE (CALCESTRUZZO CONTENENTE ARMATURE O INSERTI METALLICI ED ESPOSTO ALL'ARIA ED ALL'UMIDITA')		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.
3. CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI ESCLUSI QUELLI PROVENIENTI DALL'ACQUA DI MARE		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4. CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI PRESENTI NELL'ACQUA DI MARE		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
5. ATTACCO DEI CICLI GELO/DISGELO CON O SENZA DISGELANTI		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di

		acqua di mare.
6. ATTACCO CHIMICO		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.

Tabella 6.14 - Classi di esposizione ambientali del calcestruzzo (prosp.1 - UNI 11104)

	NESSUN RISCHIO DI CORROSIONE DELLE ARMATURE	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE				CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI						ATTACCO DAI CICLI DI GELO/ DISGELO				AMBIENTE AGGRESSIVO PER ATTACCO CHIMICO		
		CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE				CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI						ATTACCO DAI CICLI DI GELO/ DISGELO				AMBIENTE AGGRESSIVO PER ATTACCO CHIMICO		
	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	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
MINIMA CLASSE DI RESISTENZA	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C28/35	C28/35	C28/35	C32/40	C35/45
MINIMO CONTENUTO IN CEMENTO (Kg/m ³)		300	320	340	340	340	360	360	320	340	360	320	340	360	360	320	340	360
CONTENUTO MINIMO IN ARIA (%)													3,0 (a)					
ALTRI REQUISITI																		
(a) QUANDO IL CALCESTRUZZO NON CONTIENE ARIA AGGIUNTA, 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 7087, PER LA RELATIVA CLASSE DI ESPOSIZIONE.																		
(b) QUALORA LA PRESENZA DI SOLFATI COMPORTI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE XA2 E XA3 È ESSENZIALE UTILIZZARE UN CEMENTO RESISTENTE AI SOLFATI SECONDO LA UNI 9156.																		

Durabilità calcestruzzo valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (Prospetto 4 della norma UNI 11104)

Tabella 6.15 - Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prosp.4 - UNI 11104)

Tipi di conglomerato cementizio

Per la realizzazione di opere in c.a., dovrà essere impiegato esclusivamente “conglomerato cementizio a prestazione garantita” secondo quanto previsto dalla UNI EN 206-1.

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto, dovrà essere caratterizzata dai seguenti parametri:

- classe di esposizione;
- classe di resistenza;
- classe di consistenza;
- rapporto (a/c) max;
- minimo contenuto di cemento;
- minimo contenuto di aria (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- tipo di cemento (se necessario);
- dimensione max dell'aggregato;
- copriferro minimo.

Sarà compilata una tabella, sull'esempio di quella sottostante, contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

TIPI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO (UNI 11104 - UNI EN 206-1)								
Campo d'impiego	Classe di esposizione	Classe resistenza	Classe di consistenza (slump)	Rapporto (a/c) max	Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	Minimo contenuto di aria (classi XF2, XF3 e XF4)	Dimensione max. aggregato (mm)	Copriferro minimo (mm)
Fondazione	XC2	C25/30	S4	0.60	300	0	35	40

Tabella 6.16 - Classificazione dei diversi tipi di conglomerato

QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

1. calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;
2. calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

Produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati.

In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il punto 11.2.3 del D.M. 14/01/2008 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della

“Valutazione preliminare della Resistenza”, effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n°380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Calcestruzzo confezionato con processo industrializzato e prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzative sia in cantiere che in stabilimento esterno al cantiere.

In tal caso la produzione deve essere effettuata secondo le prescrizioni previste al punto 11.2.8 del D.M. 14/01/2008.

In questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità e gli impianti devono essere dotati di un Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC) allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il Sistema di Controllo della Produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Sistema di Controllo della Produzione dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012.

Il Sistema di Controllo di Produzione dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.)

POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei $+5^{\circ}\text{C}$ se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33°C .

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50cm; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo, come riportato nella tabella seguente.

CLASSE DI CONSISTENZA	TEMPO MINIMO DI IMMERSIONE DELL'AGO NEL CALCESTRUZZO (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Tabella 6.17 - Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

- Fondazioni: plinti, platee, solettoni, ecc.
 - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 3.0\text{cm}$
 - dimensioni in pianta $S = - 3.0 + 5.0\text{cm}$
 - dimensioni in altezza (superiore) $S = - 0.5 + 3.0\text{cm}$
 - quota altimetrica estradosso $S = - 0.5 + 2.0\text{cm}$
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri, ecc.
 - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 2.0\text{cm}$
 - dimensione in pianta (anche per pila piena) $S = - 0.5 + 2.0\text{cm}$
 - spessore muri, pareti, pile cave o spalle $S = - 0.5 + 2.0\text{cm}$
 - quota altimetrica sommità: $S = \pm 1.5\text{cm}$
 - verticalità per $H \leq 600\text{cm}$ $S = \pm 2.0\text{cm}$
 - verticalità per $H > 600\text{cm}$ $S = \pm H/12$
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
 - spessore: $S = -0.5 + 1.0\text{cm}$
 - quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1.0\text{cm}$
- Vani, cassette, inserterie:
 - posizionamento e dimensione vani e cassette $S = \pm 1.5\text{cm}$
 - posizionamenti inserti (piastre boccole) $S = \pm 1.0\text{cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

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

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla DD.LL., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

STAGIONATURA

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;

- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale in sabbia od altro materiale rimovibile, che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, sarà condotto secondo quanto previsto al punto 11.2 del D.M. 14/01/2008:

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500mc di miscela omogenea);

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le

prescrizioni indicate al punto 11.2.4 (PRELIEVO DEI CAMPIONI) del D.M. 14/01/2008 e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150mm o cilindrica con diametro $d=150\text{mm}$ ed altezza $h=300\text{mm}$.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16mm e lunghezza di circa 600mm;
- barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25mm e lunghezza di circa 380mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120Hz e diametro non superiore ad $\frac{1}{4}$ della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della casseratura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- Identificazione del campione:
 - tipo di calcestruzzo;
 - numero di provini effettuati;
 - codice del prelievo;
 - metodo di compattazione adottato;
 - numero del documento di trasporto;
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
- Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- Data e ora di confezionamento dei provini;
- La firma della D.L.. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi. Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20°C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20°C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/d)=1$ o 2 e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20°C.

Prove di carico

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

Art.7 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, CANTONALI, PEZZI SPECIALI, PARAPETTI, ECC.

Per la esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratori, un conglomerato cementizio avente un $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$.

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opera in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm 20.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori; del relativo onere si è tenuto conto nella determinazione del relativo prezzo di elenco.

Art.8 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

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

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel **D.M. 09 gennaio 1996** e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

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

Le opere provvisorie dovranno essere progettate per sostenere il peso dei getti delle strutture fino all'atto della pretensione dei cavi e del disarmo dell'impalcato. Dovranno essere previste tutte le necessarie misure per evitare movimenti e differenze che possano causare il non perfetto allineamento delle superfici esterne delle strutture finite.

Le casseforme ivi comprese le armature di sostegno e di controventatura, per strutture in conglomerato cementizio di qualsiasi forma e dimensione, compreso ogni onere per chiodature, uso di smussi angolari, disarmi, allontanamento del materiale occorso, ecc. , vanno disposte a perfetta regola d'arte, anche secondo quanto prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Sarà buona norma trattare le superficie delle casseforme, prima del loro impiego, con prodotti specifici (disarmine) atti ad agevolare le operazioni di disarmo.

L' appaltatore dovrà peritarsi di procedere, durante le operazioni di disarmo, in modo da evitare azioni dinamiche sulle strutture.

Il via alle operazioni di disarmo dovrà essere dato una volta che il conglomerato abbia raggiunto una sufficiente resistenza e per ciò si dovrà consultare la D.L:

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formate con pali o tavoloni infissi nel suolo e con le longarine o filagne di collegamento in sommità, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzasse sotto battitura, o che nella discesa deviasse dalla verticale, deve essere dall' Appaltatore, a sue cure e spese, estratto e sostituito.

Le teste dei pali o dei tavolini debbono essere muniti di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavolini debbono essere munite di puntazze di ferro quando il direttore dei lavori lo giudichi necessario.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art.9 INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

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

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

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

A) INTONACI ESEGUITI A MANO

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

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

B) INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITÉ)

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

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

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

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

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

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

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

C) APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

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

Art.10 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO

La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche al fine di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione.

La frazione grossa di tali miscele (inerte con dimensioni superiori a 2mm) potrà essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo, oppure da correggersi con adeguata attrezzatura, in impianto fisso di miscelazione.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

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

- L'aggregato deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio da 63mm (o al crivello da 71mm di apertura); non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI 2332)	PASSANTE 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

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI-EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 63	100
Crivello 31.25	66 - 100
Crivello 16	47 - 80
Crivello 8	30 - 63
Crivello 4	21 - 50
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 1	11 - 32
Setaccio 0.5	8 - 24
Setaccio 0.25	6 - 18
Setaccio 0.125	4 - 14
Setaccio 0.063	2 - 10

- Il rapporto tra il passante al setaccio 0.075 (UNI 2332) ed il passante al setaccio 0.40 (UNI 2332) deve essere inferiore a 2/3.
- La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI-EN 1097-2/99 "Prove per determinare le proprietà fisico-meccaniche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione", non deve essere superiore al 30%.
- L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI-EN 933-8/2000 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia", determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 40 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR.
- I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
- L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa CNR-UNI 10009/1964, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, deve risultare non inferiore al 30%. L'indice CBR, inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di $\pm 2\%$.
- Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n°80/1980, non superiore al 30%.
- L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014/1964, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).

- Il modulo di deformazione M_d dello strato deve essere quello inserito nel progetto e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella Norma CNR 146/92.

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 1-5-7 e 8, salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 40%.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sullo stabilizzato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti precedenti.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI-EN 933-1/1999 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura"), la massa volumica apparente dei granuli (UNI-EN 1097-6/2002 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua") e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Modalità esecutive

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20cm e non inferiore a 10cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione 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 eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il piano di posa dovrà avere la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti.

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

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma CNR B.U. n°69/1978 con il procedimento AASHTO modificato.

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:

$$d_r = \frac{d_i * P_c * (100 - x)}{100 * P_c - x * d_i}$$

in cui:

d_r = densità della miscela priva degli elementi di dimensione superiore a 25mm;

d_i = densità della miscela "tal quale" (comprensiva dell'inerte con dimensioni superiori a 25mm);

P_c = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25mm;

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 25mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso, nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25mm).

Controllo dei requisiti di accettazione

Il rispetto dei requisiti di accettazione sarà accertato dalla D.L. in corso d'opera, prelevando in cantiere il materiale già miscelato, sia all'atto della stesa che dopo il costipamento.

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;

- verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche del misto stabilizzato;
- verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato ed, in particolare del:
 - **peso specifico in situ**, secondo la Norma CNR B.U. n°22/1972, in relazione alla densità massima determinata con procedura AASHTO Modificato;
 - **modulo di deformazione Md**, determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0.25 e 0.35 N/mm², secondo la norma CNR B.U. n°146/1992; esso dovrà risultare **non inferiore a 60 N/mm²**;
 - **regolarità dello strato**, la cui superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1cm, controllato a mezzo di un regolo di 4.50m di lunghezza e disposto secondo le due direzioni ortogonali.
- verifica dello spessore dello strato finito non dovrà scostarsi, in più o in meno, oltre il 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Art.11 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

a) CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE

Lo strato di base in conglomerato bituminoso 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 13043/2004 *"Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico"*), impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale (secondo le definizioni e requisiti di cui alla Norma **UNI EN 12591/2002** *"Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"*), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici. Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una resistenza meccanica allo strato di pavimentazione di cui fa parte tale da garantire la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e una sufficiente flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine.

Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma **UNI-EN 932-1/1998** *"Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento"*.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strato di base dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI-EN 13043/2004 sopracitata.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI-EN 1097-2, non superiore al 25%;
- se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n°80/1980, non superiore al 30%;
- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n°104/1984, inferiore all'1%;
- spogliamento in acqua a 40°C, secondo la Norma CNR B.U. n°138/92, non superiore al 5%.

In ogni caso l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Aggregato fine

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e naturali (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere mai superiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10014, non superiore al 25%; il Limite Plastico dovrà essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);
- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n°104/1984, inferiore all'1%;
- equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI-EN 933-8, non inferiore al 50%.

Additivi

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce calcaree o costituiti da cemento, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- essere completamente passanti al setaccio 0.18mm della serie UNI 2332;
- avere una percentuale di passante in peso, al setaccio 0.075mm della serie UNI 2332 non inferiore a 90.

- L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere comunque eseguita per via umida, secondo l'art. 5 della Norma CNR B.U. n°23/1971.

Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme **UNI EN 12591/2002** "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100.

DETERMINAZIONE	UNITA' DI MISURA	CLASSE		
		5	6	7
Penetrazione a 25°C	dmm	40-60	50-70	70-100
Punto di rammollimento (palla- anello)	°C	48-56	46-54	43-51
Punto di rottura Fraass, massimo	°C	- 7	- 8	-10
viscosità a 60° C	Pa.s	175	145	90
penetrazione residua dopo R.T.F.O.T., min.	%	50	50	46
Punto di rammollimento dopo R.T.F.O.T., min.	°C	49	48	45
Solubilità in solv. organici, minima	%	99	99	99

Tabella 20.1 - Caratteristiche bitumi semisolidi per usi stradali

Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle seguenti normative CNR ed eventualmente alle Normative Europee riportate fra parentesi ove recepite dall'UNI:

- B.U. n°24/1971, "Norme per l'accettazione dei bitumi stradali" (prova di penetrazione) [EN 1426];
- B.U. n° 35/1973, "Punto di rammollimento (metodo palla e anello)" [EN 1427];
- B.U. n°43/1974, "Punto di rottura (metodo Fraass)" [EN12593];
- B.U. n°44/1974, "Metodo di prova: duttilità";
- B.U. n°48/1975, "Metodo di prova: solubilità in solventi organici" [EN 12592];
- B.U. n°50/1976, "Metodo di prova: perdita per riscaldamento volatilità" [EN 12607-1].

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI 2332)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 100
Crivello 15	45 - 85
Crivello 10	35 - 70
Crivello 5	25 - 55

Setaccio 2	17 - 40
Setaccio 0.4	6 - 20
Setaccio 0.18	4 - 14
Setaccio 0.075	3 - 8

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 63	100
Crivello 31.25	81 - 100
Crivello 16	48 - 86
Crivello 11.2	38 - 74
Crivello 8	30 - 65
Crivello 4	23 - 50
Setaccio 2	16 - 40
Setaccio 1	10 - 31
Setaccio 0.5	7 - 21
Setaccio 0.25	5 - 16
Setaccio 0.125	3 - 12
Setaccio 0.063	3 - 7

Il tenore di bitume della classe 6 (pen. 50/70) dovrà essere compreso tra il **4.0 - 4.5%** in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio Marshall delle miscele. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

- **stabilità Marshall**, secondo la Norma UNI EN 12697/2000, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà essere compresa tra **8.0 - 12.0KN**;
- **rigidezza Marshall**, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere compresa tra **2.50 - 4.0KN/mm**;
- **percentuale di vuoti residui**, determinata sui provini Marshall, dovrà essere compresa tra **3.0 - 6.0%**.

Le misure di stabilità, rigidezza e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

Studio della miscela in laboratorio

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di base, l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L., con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative

caratteristiche fisico-meccaniche ed i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e di ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature.

Dovranno essere indicati:

- tipo, qualità e dosaggio del bitume;
- natura e provenienza dell'inerte;

la curva granulometrica (UNI-EN 933-1/1999), la massa volumica apparente dei granuli (UNI-EN 1097-6/2002) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione, per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare;

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall, da realizzare secondo le modalità sopra descritte. Saranno misurati i parametri di stabilità, scorrimento, rigidezza e porosità, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente. Saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- $\pm 5\%$ sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$ sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$ sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$ sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno 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 dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà 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 di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato e l'uniforme riscaldamento della miscela.

Una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

Il tempo di mescolazione 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 25-30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C, quella del legante tra 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni della D.L. 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 0.5%.

Posa in opera della miscela

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo la verifica della Direzione Lavori della rispondenza ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti dal progetto.

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.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-

livellamento. 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, e se richiesto dalla direzione lavori per quei tratti stradali ove sia possibile mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 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 non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Procedendo alla stesa in più strati, questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di ancoraggio di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500g/m².

Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 8cm, né superiore a 12cm.

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 stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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'Appaltatore.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. 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, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, né inferiore al 96% di quella determinata secondo la "ricetta ottimale" in fase di formulazione dell'impasto.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma CNR B.U. n°40/1973, su carote di 10cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

La superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, di ondulazioni e di segregazione degli elementi di diverse dimensioni. La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4.0m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito. Saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2.5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

b) CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E PER STRATO DI USURA TRADIZIONALI

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI-EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI-EN 12591 "Specifiche per i bitumi per usi stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, e sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

Caratteristiche dei materiali da impiegare**Materiali inerti**

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI-EN 932-1/1998, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI-EN 932-2/2000.

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI-EN 13043 precedentemente citata.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione ed accettazione, eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

- **per strati di collegamento (binder):**
 - il 100% del materiale dovrà provenire da frantumazione;
 - la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI-EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", dovrà essere inferiore al 25%;
 - la sensibilità al gelo, secondo la Norma CNR B.U. n°80/1980, dovrà risultare non superiore al 30%;
 - il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n°104/1984, dovrà essere inferiore all'1%;
 - l'indice di forma, secondo la Norma UNI-EN 933-4/2001, dovrà essere inferiore a 20 (categoria SI20);
 - l'indice di appiattimento, secondo la Norma CNR B.U. n°95/1984, dovrà essere inferiore a 17 (categoria FI20).
- **per strati di usura:**
 - il 100% del materiale dovrà provenire da frantumazione;
 - la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI-EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", dovrà essere inferiore al 18%;
 - la sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma CNR B.U. n°80/1980, dovrà risultare non superiore al 30%;
 - il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma CNR B.U. n°104/1984, dovrà essere inferiore all'1%;

- l'indice di forma, secondo la Norma UNI-EN 933-4/2001 dovrà essere inferiore a 15 (catSI15);
- l'indice di appiattimento, secondo la Norma CNR B.U. n°95/1984, dovrà essere inferiore a 12 (categoria FI15);
- il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI-EN 1097-8/2001, dovrà essere non inferiore a 0.43.

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 30% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva.

Aggregato fino

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2mm) dovrà essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- la prova Los Angeles, secondo Norma UNI-EN 1097-2, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, dovrà dare una perdita in peso non superiore al 25%.
- l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI-EN 933-8/2000, dovrà essere non inferiore all'80% per lo strato di usura.

Additivi

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

- essere completamente passanti al setaccio UNI 0.18;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio UNI 0.075 non inferiore a 80;
- essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).

Legante

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme **UNI-EN 12591/2002** "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", per i bitumi semisolidi B 50-70 o 70-100. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI-EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

Miscela

Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento (binder) dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI 2332)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 25	100
Crivello 15	70 - 100
Crivello 10	55 - 75
Crivello 5	40 - 60
Setaccio 2	24 - 45
Setaccio 0.4	8 - 25
Setaccio 0.18	6 - 15
Setaccio 0.075	4 - 8

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 31.25	100
Crivello 16	72 - 100
Crivello 11.2	58 - 81
Crivello 8	49 - 68
Crivello 4	37 - 56
Setaccio 2	24 - 45
Setaccio 1	14 - 37
Setaccio 0.5	9 - 28
Setaccio 0.25	7 - 18
Setaccio 0.125	5 - 12
Setaccio 0.063	4 - 7

Il **tenore di bitume** dovrà essere compreso tra il **4.5 - 5.0%** in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio Marshall delle miscele. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

- **stabilità Marshall**, secondo la Norma UNI-EN 12697/2000, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare compresa tra **10.0 - 16.0KN**.
A seguito di immersione in acqua demineralizzata, per 7 giorni a 25°C, secondo le indicazioni della Norma CNR B.U. n°149/1992, la Stabilità Marshall del conglomerato bituminoso non dovrà subire riduzioni superiori al **20%**;
- **rigidezza Marshall**, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere compresa tra **3.0 - 5.0KN/mm**;
- **percentuale di vuoti** residui, determinata sui provini Marshall, dovrà essere compresa tra **3.0 - 6.0%**.
- **resistenza a trazione indiretta** a 25 °C, secondo la Norma CNR B.U. n°134/1991, dovrà essere **non inferiore a 0.6 N/mm²**.

Le misure di stabilità, rigidità e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

Strato di 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 (Serie UNI 2332)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 90
Crivello 5	42 - 65
Setaccio 2	25 - 40
Setaccio 0.4	11 - 22
Setaccio 0.18	8 - 15
Setaccio 0.075	6 - 10

SERIE CRIVELLI E SETACCI (Serie UNI EN 13043)	PASSANTE IN PESO (%)
Crivello 16	100
Crivello 11.2	73 - 100
Crivello 8	52 - 81
Crivello 4	37 - 56
Setaccio 2	25 - 40
Setaccio 1	17 - 32
Setaccio 0.5	12 - 24
Setaccio 0.25	9 - 18
Setaccio 0.125	7 - 13
Setaccio 0.063	6 - 10

Il **tenore di bitume** dovrà essere compreso tra il **5.2 - 5.8%** in peso, riferito al peso totale degli aggregati e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio Marshall delle miscele.

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 prescritti.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti:

- **stabilità Marshall**, secondo la Norma UNI-EN 12697/2000, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare compresa tra **12.0 - 16.0KN**.

A seguito di immersione in acqua demineralizzata, per 7 giorni a 25°C, secondo le indicazioni della Norma CNR B.U. n°149/1992, la Stabilità Marshall del conglomerato bituminoso non dovrà subire riduzioni superiori al **20%**;

- **rigidezza Marshall**, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere compresa tra **3.0 - 5.0KN/mm**;
- **percentuale di vuoti** residui sui provini Marshall dovrà essere compresa tra **3.0 - 6.0%**.
- **resistenza a trazione indiretta** a 25°C, secondo la Norma CNR B.U. n°134/1991, dovrà essere **non inferiore a 0.6 N/mm²**.

Le misure di stabilità, rigidezza e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.

Studio della miscela in laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Formazione e confezione della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Posa in opera della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche:

- le miscele saranno stese dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante motoscopa (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 500gr/m².
La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa stesa dell'emulsione bituminosa;
- la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato. Pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista sia prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura.

La superficie dello strato di usura, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di dimensioni diversificate.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni

Strato di collegamento (binder)

Lo strato di collegamento (binder), al termine della compattazione, dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa.

Inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma CNR B.U. n°39/1973), che dovrà risultare compreso fra 4.0 e 7.0%.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma CNR B.U. n°40/1973, su carote di 10cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

Strato di usura

Lo strato di usura dovrà, inoltre, soddisfare le seguenti prescrizioni:

- la densità, uniforme in tutto lo spessore, non dovrà essere inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa;
- il contenuto di vuoti residui, in opera (secondo Norma CNR B.U. n°39/1973), dovrà essere compreso tra 2.0 e 5.0%;
- il conglomerato bituminoso dovrà avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucciolevolezza rilevate mediante rugosimetro portatile a pendolo (TRRL British Portable Skid Resistance Tester), secondo la Norma CNR B.U. n°105/1985, dovranno essere espresse da un BPN superiore a 60. Per valori di BPN inferiori a 60 dovrà essere rilevato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n°147/1992, il quale sarà considerato:
 - buono, per valori non inferiori a 0.60;
 - soddisfacente, per valori compresi tra 0.45 e 0.60;
 - discreto (non accettabile), per valori compresi tra 0.35 e 0.45;
 - mediocre (non accettabile) per valori inferiori a 0.35;
- la macrotessitura superficiale dello strato, espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI-EN 13036-1/2002, dovrà essere media, ovvero maggiore di 0.4mm;
- il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare;
- l'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare $IRI_{medio}/km \leq 1.2mm/m$ (deviazione standard non superiore a 0.4mm/m).

Le misure di BPN, HS, CAT e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale ; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione

di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La superficie degli strati di collegamento e di usura in conglomerato bituminoso, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni. La regolarità superficiale sarà anche verificata con un'asta rettilinea lunga 4.0m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 4mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito. Saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 10% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Art.12 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

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 massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

Lo strato bituminoso della pavimentazione stradale demolito dovrà essere smaltito presso discariche autorizzate a cura e spese dell'Impresa secondo la legge, D.L. 05 febbraio 1997 n° 22 pubblicata su G.U. del 15 febbraio 1997, modificato ed integrato ai sensi del D.L. 08 novembre 1997 n° 389 pubblicato su G.U. del 08 novembre 1997, D.M. 19 novembre 1997 pubblicato su G.U. 29 gennaio 1998, D.M. 11 marzo 1998 pubblicata su G.U. del 12 maggio 1998 e successive modifiche ed integrazioni. La scelta delle discariche dovrà essere effettuata dall'Impresa e approvata dalla D.L.. Parte del materiale potrà essere riutilizzato nei lavori previa richiesta alla D.L. e approvazione incondizionata di essa.

Art.13 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

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 del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'A.N.A.S..

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 del cavo 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.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subeorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Art.14 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

a) Descrizione.

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti. La messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato «materiale da neidare», proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

b) Materiali inerti.

Le percentuali minime del materiale da riutilizzare non dovranno essere inferiori al 50%. Il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali. Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

c) Legante.

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto d) che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

d) Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuoi realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi)

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm).

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0.15 per un passante al N. 200 compreso tra li e 15.

d = 0.18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10

$d = 0.20$ per un passante al N. $200 \leq 5$.

f = parametro compreso normalmente fra 0.7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (P_n) sarà pari a

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

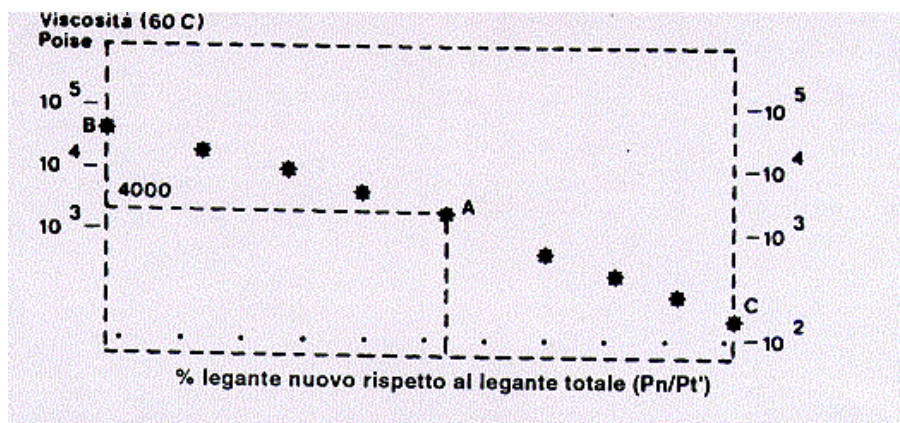
in cui:

P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

P_r = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di P_n/P_t ed il valore della viscosità di 4000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma - viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo - una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F= viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei «Points et Chaussees»; i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante. Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (Norma C.N.R.). Il parametro JI dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di

$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{da N.s.}$

e) Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

f) Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore-mescolatore. Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130÷140 gradi centigradi).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

g) Posa in opera delle miscele.

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

Art.15 CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm^2 . Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento di cordonatura dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm^2), la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove. Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 100. Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg di cemento normale per m^3 di sabbia.

Art.16 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO: CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, BEOLE**Generalità.**

Per tutti i manufatti di cui al presente articolo, da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando, da ogni partita, un manufatto dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 5 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso la

resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

a) Canalette.

Saranno costituite da elementi prefabbricati, secondo i disegni tipo di progetto. Gli elementi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm^2 . Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di canaletta per ogni partita di 500 elementi o per fornitura numericamente inferiore. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dal fosso di guardia fino alla banchina. Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento e in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'impresa avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio $\varnothing 24$, della lunghezza minima di m. 0,80.

Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza minima di cm 60, in modo che sporgano dal terreno per circa 20 cm. Analoghi ancoraggi saranno infissi ogni tre elementi di canaletta in modo da impedire lo slittamento delle canalette stesse. La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà risultare raccordata con la pavimentazione mediante apposito imbocco da eseguirsi in calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 250, prefabbricato o gettato in opera.

La sagomatura dell'invito dovrà essere fatta in modo che l'acqua non trovi ostacoli e non si crei quindi un'altra via di deflusso.

d) Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati.

Saranno costituiti da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm^2 ed armato con rete a maglie saldate di dimensioni cm 12x12 in fili di acciaio del $\varnothing \text{mm } 5$.

Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di cunetta per ogni partita di 100 elementi o fornitura numericamente inferiore. Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, a norma dei disegni tipo di progetto ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma

trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore di cm 6 ed essere sagomati sulle testate con incastro a mezza pialla.

La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle canalette.

E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

e) Beole.

Le beole saranno costituite da lastre di cm 200x50, spessore di 10 cm, da disporsi affiancate in modo da ottenere giunti ricorrenti aperti verso l'alto.

Le lastre costituenti il rivestimento dovranno essere prefabbricate in calcestruzzo vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm². Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di una lastra per ogni partita di 500 lastre o fornitura numericamente inferiore.

Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

Art.17 PAVIMENTAZIONI IN MASSELLI DI CLS AUTOBLOCCANTI

La posa dei masselli in calcestruzzo dovrà essere eseguita una volta che sia disposto il pacchetto di supporto costituito da uno strato di misto litoide di cava a granulometria fine di circa 5 cm, da una soletta in conglomerato cementizio di spessore 10 cm e infine da uno strato di pietricco "0" di allettamento con spessore di 6-8 cm..

La posa in opera dei masselli dovrà essere eseguita manualmente o mediante macchine idonee al fine di avere una regolare disposizione degli stessi sul piano di allettamento, prestando fede a quanto prescritto dalla norma UNI 9065.

A seguito di questa operazione è fatto obbligo di eseguire una vibrocompattazione della pavimentazione a mezzo di apposita piastra per ottenere un primo effetto di autobloccaggio dei singoli moduli livellandone le irregolarità.

Al fine di migliorare l'efficacia della compattazione e mantenere i corretti allineamenti, prima del passaggio della piastra, dovrà essere sparsa sabbia nei giunti per avere un pre-intasamento

La vibrocompattazione dovrà essere condotta su una superficie pulita, e se possibile si deve evitare di eseguirla se questa è bagnata perché ciò potrebbe danneggiare la finitura dei masselli. La vibrazione va iniziata dai bordi perimetrali e condotta verso il centro della pavimentazione.

La sigillatura finali dei giunti, successiva alla vibrocompattazione, dovrà prevedere l'impiego di sabbia assolutamente priva di impurità e residui di frantumazione, preferibilmente di natura silicea e proveniente da fiume, avente dimensione massima di 2 mm., in quanto l'autobloccanza si attiva essenzialmente attraverso l'attrito generato nella sabbia fra i giunti.

La bordatura della pavimentazione è indispensabile per il contenimento delle spinte orizzontali dei masselli che, sottoposti ai carichi, tendono a migrare lateralmente, e per trattenere la sabbia di allettamento. Tale contenimento potrà essere rappresentato dalle strutture esistenti oppure ottenuto con la messa in opera di appositi cordoli posati su un rinfiando in calcestruzzo con l'accortezza che questo non interferisca con la posa dei masselli.

I masselli da impiegarsi dovranno essere multistrato di altezza 6 cm., realizzati con due impasti differenziati; uno per lo strato di supporto e uno per lo strato di usura, quest'ultimo dovrà avere uno spessore di almeno 5 mm..

La pigmentazione, così come gli inserti quarzitici, potrà riguardare solo l'impasto per lo strato di usura.

I masselli, oltre ad offrire delle ottime caratteristiche meccaniche, ad ogni modo relative alla destinazione d'uso della pavimentazione, dovranno avere una comprovata resistenza all'aggressione di agenti chimici.

La fornitura sarà campionata per l'accettazione scritta da parte della Direzione dei Lavori.

Art.18 MARCIAPIEDI ED ELEMENTI SPARTITRAFFICO IN CALCESTRUZZO AUTOBLOCCANTI

I marciapiedi e lo spartitraffico saranno costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso delle dimensioni risultanti dai disegni di progetto.

Saranno forniti in elementi di lunghezza non inferiore a 0,50 m, salvo i tratti di curva od i pezzi speciali, che potranno avere lunghezza diversa.

Gli elementi saranno conformati con apposite nicchie e rilievi che consentono il perfetto incastro autobloccante degli elementi ed un perfetto allineamento degli stessi.

La classe di resistenza del calcestruzzo impiegato per la confezione degli elementi non dovrà essere inferiore a 350 Rck; il cls dovrà inoltre essere leggermente armato.

Le superfici calpestabili degli elementi prefabbricati avranno finitura rigata a 45°, mentre le altre superfici dovranno presentarsi perfettamente lisce, prive di cavillature, nidi d'ape e irregolarità e dovranno inoltre avere una tonalità di colore costante.

Gli elementi saranno posati uno accanto all'altro senza essere ancorati al suolo; dovrà essere particolarmente curata l'aderenza tra un elemento e l'altro ed il loro perfetto allineamento.

Capo Secondo

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art.19 MISURAZIONE DEI LAVORI

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori. I lavori, invece, da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto il corrispettivo da accreditare negli S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, dalla quale saranno dedotte le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto delle opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo sempre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

Art.20 NOLI

I noli devono essere espressamente richiesti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.

Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfrido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi.

I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Art.21 SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI

La misurazione degli scavi e dei rilevati, esclusi quelli di fondazione e di bonifica, verrà effettuata esclusivamente ai fini del pagamento degli acconti.

Avrà, invece, valore di liquidazione per gli scavi di fondazione e di bonifica.

Resta inteso che i materiali provenienti dagli scavi in genere e dalle demolizioni rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale ha l'obbligo di riutilizzarli, se qualitativamente ammissibili, per le altre lavorazioni previste in appalto.

In ogni caso il bilancio dei movimenti di materie è fissato a corpo e, pertanto, l'Appaltatore è compensato con il prezzo a corpo per ogni fornitura di materiale dalle cave di prestito necessaria per la formazione dei rilevati, da qualunque distanza il materiale dovesse provenire

Potrà l'Appaltatore, se ciò verrà accettato dal Responsabile del Procedimento, utilizzare metodi di correzione dei materiali di caratteristiche fisico meccaniche scadenti provenienti dagli scavi in modo da renderli utilizzabili per i rilevati, restando a proprio carico ogni onere e spesa relativa ai materiali di correzione ed alle lavorazioni a ciò necessaria.

A) Preparazione dei piani di posa

La preparazione dei piani di posa verrà effettuata previo disboscamento, con l'eliminazione dello strato vegetale e con la demolizione di manufatti eventualmente presenti sul tracciato, per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente munito dell'ordine scritto della Direzione Lavori; il materiale di scavo che sia costituito

da terreno vegetale, verrà riportato in sede esterna al corpo del rilevato per il successivo utilizzo a rivestimento delle scarpate.

Analogamente i materiali provenienti dagli scavi di bonifica verranno depositati e successivamente riportati a rivestimento di scarpate o, se esuberanti, a modellamento del terreno ovvero dovranno essere portati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni caso nulla sarà dovuto in più all'Appaltatore se non il corrispettivo dello scavo di sbancamento per la bonifica, ovviamente se questa risulterà necessaria, rimanendo pattuito che il riempimento dello scavo di bonifica con materiale per rilevato rimane comunque a carico dell'Appaltatore perché compensato con il prezzo a corpo.

E' inoltre compensata con il prezzo a corpo la profilatura delle scarpate e dei cassonetti, anche in roccia, e l'eventuale esaurimento d'acqua.

Del pari, la preparazione del piano di posa in trincea verrà effettuata con l'eventuale scavo di ammorsamento e bonifica per la profondità di 20 cm al di sotto del piano del cassonetto, salvo eventuali maggiori scavi di bonifica che venissero disposti dalla Direzione dei Lavori, con i medesimi oneri precedenti.

B) Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale, di norma, dovrà riutilizzarli per l'opera appaltata o trasportarli a discarica, se non idonei, oppure, se idonei ma esuberanti, in zone di deposito e, comunque, a totale sua cura e spese.

Sono inoltre compensati con il prezzo a corpo gli scavi in roccia di qualunque entità o percentuale nei confronti dello scavo in genere.

Gli scavi di fondazione verranno invece compensati a misura, ma rimarranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari, connessi con il lavoro di scavo (scavo a campioni, puntellature, sbadacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo, anche con la perdita del materiale impiegato).

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né il successivo riempimento a ridosso delle murature, che l'impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Nel caso in cui il livello costante delle acque sia superiore di 20 cm rispetto alla quota di scavo, e l'Impresa adotti sistemi per consentirne l'escomio, gli scavi saranno compensati con il relativo prezzo di elenco.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è altresì compreso nel prezzo di Elenco degli scavi, anche qualora, per qualsiasi ragione fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

C) Demolizioni

Con il compenso a corpo sono compresi tutti gli oneri e la spesa relativa a tale categoria di lavoro (nella quale rientra anche la eventuale demolizione di sovrastruttura stradale), sia eseguita in elevazione che in fondazione e, comunque, senza uso di mine.

In particolare, sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Appaltatore per essere eventualmente utilizzati per altre lavorazioni del Lotto anche secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

La demolizione di eventuali fabbricati, di ogni tipo e struttura e realizzati con qualunque materiale, fabbricati per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente procurato l'Ordine scritto di demolizione dalla Direzione lavori, è anch'essa compresa nel compenso a corpo dell'appalto; la demolizione delle fondazioni sarà eseguita sino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

D) Rilevati

Il prezzo a corpo comprende ogni onere per la formazione dei rilevati, sia che i materiali provengano dagli scavi che dalle cave di prestito da reperire a cura e spese dell'Appaltatore; la distanza di tali cave viene determinata non inferiore alla distanza segnalata nella Prima Parte del presente Capitolato. Qualora l'Appaltatore dovesse procurare il materiale a distanza minore, ovvero sia necessaria una distanza maggiore nulla sarà detratto od aggiunto al compenso a corpo.

Le quantità di scavo di sbancamento, di sistemazione in rilevato ovvero di fornitura dei materiali da cava di prestito ovvero qualunque altro magistero o fornitura o lavoro necessario alla formazione dei rilevati, verranno controllate ai soli fini del pagamento delle rate d'acconto e della conoscenza dell'opera, rimanendo pattuito che il prezzo a corpo prevede e compensa ogni quantità necessaria per raggiungere le

quote di progetto e, comunque, quelle necessarie per consentire il transito sicuro dei veicoli alla velocità di progetto.

L'eventuale fornitura e posa di strati di interposizione, di geotessuti, di guaine, ecc. che venissero ritenute necessarie dal Responsabile del Procedimento, saranno ad esclusivo e totale carico dell'Appaltatore, salvo che l'altezza del rilevato tra la quota del piano viabile (quota rossa) e la base del piano di posa del rilevato o la base delle bonifiche se esistono, sia inferiore a 150 centimetri.

Art.22 MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutte le opere in muratura ed in conglomerato cementizio, previste nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto, verranno controllate con metodi geometrici mediante misure effettuate sul vivo delle opere medesime escludendo, perciò, gli intonaci, ove esistano, e detraendo i vuoti ed il volume di altri materiali di natura differente compenetrati nelle strutture ma non quelli della armatura in acciaio lenta o precompressa e quelli relativi alle feritoie eseguite sulle opere di sostegno e di contenimento delle scarpate.

Tuttavia, verranno compensate a misura solo le parti di struttura facenti parte delle fondazioni (plinti, solette, solettoni, platee nonché ogni genere di fondazione di tipo indiretto).

Verranno, invece, compensate a corpo tutte le murature in elevazione, la resistenza dei materiali delle quali dovrà essere non inferiore a quella prevista in progetto o comunque necessaria a seguito dei prescritti calcoli di stabilità, il controllo dei quali costituisce preciso onere contrattuale dell'Appaltatore; ovviamente, tale controllo e tutte le necessarie verifiche statiche saranno dall'Appaltatore effettuate secondo i criteri di calcolo della Scienza delle Costruzioni e con pieno rispetto delle norme vigenti in materia.

Per "parti in elevazione" delle strutture si considerano, come normalmente viene indicato nel linguaggio tecnico delle costruzioni, le parti elevantisì dall'estradosso (spiccato) del plinto, della soletta, del solettone, della platea, ecc.

Tali parti in elevazione, che si ribadisce saranno compensate a corpo, comprendono le armature in acciaio, lente, post-tese e/o pretese, le casserature, le armature dei casseri, i ponteggi, i carrelloni anche per il getto a conci successivi, eseguiti in opera o prefabbricati, la fornitura, il trasporto ed il varo, con qualunque sistema, delle travi prefabbricate, le predalles relative per il getto in opera delle solette, anche a sbalzo, e delle travi di ripartizione e dei traversi, le eventuali apparecchiature per il varo ad estrusione nonché ogni altra struttura provvisoria, strumento, apparecchiatura, attrezzatura e macchinario ed ogni altro magistero per realizzare le opere d'arte secondo progetto, o comunque in guisa tale da consentire l'utilizzo sicuro e completo dell'opera appaltata.

Resta, inoltre, contrattualmente stabilito che con l'erogazione del compenso a corpo debbono intendersi compensate tutte le prove, sia preliminari che quelle effettuate durante l'esecuzione dei lavori, relative ai materiali utilizzati, prove distruttive e non distruttive previste dalla Legge o dallo Strutturista nonché per le prove di carico ed il collaudo statico.

Nel caso in cui singole parti delle murature o delle opere d'arte risultassero di resistenza caratteristica inferiore a quella prescritta in progetto ed a condizione che le opere eseguite possano essere lasciate sussistere senza inconvenienti perché, comunque, rispondenti alla Normativa tecnica vigente in termini di resistenza e di durabilità, il prezzo a corpo verrà decurtato di una quantità corrispondente alla minore resistenza riscontrata.

Anche vistosi difetti di esecuzione dei paramenti in vista (nidi di ghiaia e sabbia, imperfetta planarità delle superfici, irregolare andamento delle superfici curve, ecc.) comporteranno adeguate decurtazioni del prezzo a corpo.

Il prezzo a corpo comprende, inoltre, ogni fornitura a piè d'opera di inerti, leganti, acqua, additivi antigelo, fluidificanti, antiritiro, malte per iniezione di cavi di precompressione, i cavi stessi, le loro testate e le operazioni di tesatura, anche in più fasi, ed ogni altra fornitura necessaria secondo le tecniche strutturali desumibili dal progetto; con detto prezzo a corpo viene compensata altresì, la manodopera, anche specialistica, necessaria.

Il suddetto corrispettivo a corpo comprende inoltre:

1) La protezione delle superfici, delle strutture in conglomerato cementizio normale o precompresso, o anche di acciaio, sia a faccia vista che a faccia nascosta, le superfici sottostanti la sede stradale o altre indicate dai disegni di progetto, mediante trattamenti impermeabilizzanti e/o indurenti, vernici di protezione, cappe, ecc. delle qualità da definire con la Direzione dei Lavori in relazione al grado di aggressività normalmente riscontrabile, compreso quella derivante dall'impiego dei sali antigelo per i piani viabili.

Qualora, invece, il Responsabile del Procedimento ritenga di utilizzare particolari e specifiche procedure e sistemi di protezione (ad es. catodica) o l'uso di cementi pozzolanici o ad alta resistenza, interventi questi ritenuti necessari per la presenza di acque di percolazione chimicamente aggressive (solfatiche, basiche, ecc.) o perché le opere ricadono in atmosfera di tipo marino o industriale particolarmente aggressivo, l'Amministrazione appaltante potrà ordinare l'impiego dei materiali di qualità migliore assumendosene l'onere e la spesa per l'acquisto, ma rimanendo a carico dell'Appaltatore, perché ricompreso nel compenso a corpo, l'onere e la spesa del trasporto dai magazzini dell'Amministrazione al Cantiere e quelli di posa in opera dei materiali forniti.

Il prezzo a corpo non verrà variato a seguito di ciò qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

2) La fornitura e la posa in opera degli apparecchi di appoggio per gli impalcati di ponti, viadotti, cavalcavia, ecc. impalcati di qualunque tipo e dimensione.

Gli apparecchi di appoggio saranno dimensionati sia in funzione degli specifici calcoli statici prescritti dalla Normativa vigente e, di norma, per consentire l'appoggio delle strutture d'impalcato di tipo continuo nella previsione di grado di sismicità non superiore ad $S = 9$; sono compresi tutti gli oneri di preparazione delle superfici delle strutture, quelli per la posa in opera e per "l'inghisaggio" degli apparecchi ed ogni altro onere di controllo delle direzioni e specialistico necessario. Qualora la sismicità sia maggiore od il Responsabile del Procedimento proponga l'uso di apparecchiature particolari di qualità migliore e l'Amministrazione accetti, essa se ne assumerà l'onere di acquisto, ma rimarrà a carico dell'Appaltatore, ricompreso nel compenso a corpo, l'onere di trasporto dai magazzini dell'Amministrazione e di posa in opera dei materiali forniti. Il prezzo a corpo non verrà variato a seguito di ciò, qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

3) La realizzazione di drenaggi e di vespai a tergo delle murature controterra nonché le relative feritoie e le tubazioni per la fuoruscita delle acque captate, con la necessaria distribuzione sulla base dell'esperienza in sito; sono, altresì, a carico dell'Appaltatore in quanto compresi nel prezzo a corpo: il drenaggio e le tubazioni per lo scarico delle acque dagli impalcati in modo da convogliarle a terra senza investire minimamente le strutture in elevazione, tenendo anche in conto gli effetti devianti del vento; le tubazioni saranno realizzate in PVC pesante od in metallo non aggressibile (rame od acciaio inox) e comprenderà i bocchettoni ed ogni altro pezzo speciale necessario; sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore gli apparecchi di drenaggio delle acque dalle superfici di estradosso di conglomerati ricoperte da guaine o cappe di impermeabilizzazione; sono a carico dell'Appaltatore le scossaline, in gomma al neoprene ed ogni altro pezzo necessario; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo a corpo.

4) La fornitura e posa in opera di giunti di ogni genere e tipo per la continuità dei piani viabili, utilizzando sistemi che consentano, di norma, la perfetta continuità degli impalcati, da spalla a spalla, dei ponti, dei viadotti, dei cavalcavia di qualunque lunghezza e dimensione; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo a corpo; qualora, peraltro, siano necessari apparecchi di giunto per zone dichiarate sismiche di grado superiore ad $S = 9$ potranno essere utilizzati giunti particolari la cui fornitura a pie' d'opera sarà a carico dell'Amministrazione appaltante,

mentre ogni onere di applicazione e posa in opera sarà a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore in quanto compensato con il prezzo a corpo.

5) Le predisposizioni per le barriere di protezione stradale o autostradale cosiddette "di sicurezza" (guardrails) di qualunque tipo e ubicazione (laterali, di spartitraffico, ecc.), per le barriere **antirumore e per le barriere frangivento**, esclusa la fornitura dei materiali e la loro posa in opera.

6) Il prezzo a corpo comprende, altresì, ogni spesa ed onere per la fornitura e posa in opera dei manufatti in acciaio (strutturale o non), o in struttura mista acciaio-calcestruzzo collaborante, di qualunque tipo e dimensione, nonché gli acquedotti ed i tombini tubolari, opere di fondazione escluse. Tali manufatti, perfettamente rispondenti ai disegni di progetto, facenti parte integrante del Contratto di appalto, saranno misurati e valutati ai soli fini della conoscenza dettagliata delle opere stesse e per la individuazione delle percentuali utili ai fini della predisposizione degli stati di avanzamento e della relativa emissione delle rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo. Ogni manufatto sarà preliminarmente calcolato e verificato, ad esclusivo carico dell'Appaltatore, in ogni dettaglio strutturale e d'insieme, secondo le vigenti Normative di Legge e di Regolamento, restando l'Appaltatore medesimo responsabile della sicurezza, dell'agibilità e della durabilità del manufatto medesimo.

Art.23 CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE

Casseforme, armature di sostegno, e centinature saranno compensate a parte, solo per quanto sia stato esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi.

a. Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto con conglomerato cementizio, ad opera finita.

b. Armature

Le armature di sostegno delle casseforme per i getti in conglomerato cementizio, semplice od armato in elevazione, per opere fino a m 2 di luce retta, sono comprese e compensate col prezzo relativo ai detti getti figuranti in elenco.

Le armature di sostegno delle casseforme per piattabande e travate, o di sostegno di centinature per volti, per opere fino a m 2 di luce retta, sono pure compensate col prezzo dei calcestruzzi semplici od armati.

Qualora nelle costruzioni si impieghino elementi in cemento armato precompresso, o in cemento armato, fabbricati fuori opera, sempre comunque di luce maggiore di m 2, l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera, verrà compensato con l'applicazione dei Prezzi di Elenco relativo alle armature di sostegno.

Le armature di sostegno delle casseforme per piattabande o travate in c.a. normale, o precompresso, o di sostegno delle centinature di archi e volte, quando la luce misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera estesa tra i fili interni dei piedritti (pile, spalle) superi i m 2, dovranno essere contabilizzate con i seguenti criteri: per ciascuna luce dell'opera si determinerà la classifica dell'armatura in base alla misura della luce eseguita secondo le modalità sopramenzionate e si applicherà il relativo Prezzo di Elenco alla superficie determinata, in proiezione orizzontale, dalle larghezze misurate fra gli sbalzi di ciascuna carreggiata e dalla lunghezza, misurata al piano d'imposta, sull'asse mediano dell'opera tra i fili interni dei piedritti di ciascuna luce.

Qualora l'altezza media di ogni singola luce, misurata fra il piano di appoggio della piattabanda o della travata, o linea d'intradosso dell'arco e il profilo nero del terreno, sempre sull'asse medio, superi l'altezza di m 10, si determinerà l'incremento di prezzo all'art. 05.006, applicando la maggiorazione.

Il prezzo dell'Elenco con l'eventuale maggiorazione sarà applicato anche per il compenso delle armature di sostegno delle casseforme per il getto in calcestruzzo di parti a sbalzo di strutture in elevazione quali ad esempio le orecchie delle spalle di opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In tale caso il prezzo da applicare sarà quello corrispondente ad una luce uguale a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata tra il filo dell'incastro ed il bordo libero dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto prezzo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra precisato, e dalla larghezza misurata normalmente all'asse longitudinale.

Le armature di sostegno delle casseforme per la costruzione di impalcati con il sistema a sbalzo a conci successivi, verranno computate a mq di proiezione orizzontale dell'impalcato stesso, considerato per la sola luce a sbalzo dal vivo della pila.

Nel prezzo di Elenco si intendono compresi e compensati tutti gli oneri e le forniture necessarie, ed in particolare:

- mano d'opera, materiali e consumi; montaggio, sollevamento a qualsiasi altezza e smontaggio delle attrezzature; eventuali tempi morti conseguenti alle particolari modalità esecutive, ecc.

c. Centinature

Le centinature per archi, complete delle eventuali armature di sostegno delle casseformi per qualsiasi struttura da costruirsi superiormente all'estradosso dell'arco, sono comprese nel prezzo relativo ai

calcestruzzi per volti fino a m 2 di luce retta. Per luci maggiori misurate fra i fili interni delle pile o spalle, oltre il pagamento del compenso per armature di sostegno, sono compensate a parte le centinature con i relativi prezzi di elenco e commisurate alla proiezione orizzontale della superficie di intradosso dell'impalcato, come specificato per le armature di sostegno.

Il prezzo delle strutture di cui ai punti a), b), c) è comprensivo di tutti gli oneri relativi ai materiali, mano d'opera, costruzione, montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc.; nonché ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Per le murature di sostegno prefabbricate di cui all'art. 13, i prezzi comprendono e compensano:

- la fornitura e la posa in opera dei pannelli secondo le prescrizioni della D.L.;
- la fornitura e posa in opera dei teli di ancoraggio;
- la fornitura e la posa del geodreno sintetico in corrispondenza dei giunti tra pannelli.

L'altezza del muro sarà misurata verticalmente lungo la faccia per l'interno sviluppo del pannello.

I pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino all'altezza media del bordo superiore.

Art.24 INTONACI E PROTETTIVI - SMALTI CEMENTIZI -CAPPE D'ASFALTO - IMPERMEABILIZZAZIONI

La valutazione degli intonaci, degli smalti e delle impermeabilizzazioni con manti a base di resine epossidiche verrà fatta tenendo conto della effettiva superficie curva o piana, senza effettuare deduzioni di vani di superficie inferiore a mq 0,50 e senza tener conto di rientranze o sporgenze del vivo muro che non superino i cm 10.

La superficie delle volte, tanto nella copertura degli estradossi con cappe d'asfalto colato o smalto cementizio, come nell'eventuale intonacatura degli intradossi, verrà determinata calcolando lo sviluppo della volta stessa.

Nel prezzo a mq delle singole voci in oggetto sono comprese tutte le forniture (ivi compresi eventuali additivi), la mano d'opera occorrente, i ponteggi, la finitura degli spigoli e dei gusci di raccordo, la ripresa di eventuali irregolarità e di tracce e quant'altro occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Nel prezzo del manto in asfalto è compreso l'onere per la esecuzione del manto in due strati sovrapposti, ma a giunti sfalsati oppure incrociati.

Art.25 MASSICCIATA CILINDRATA E TRATTAMENTO BITUMINOSO

Le massicciate saranno misurate in base alla superficie eseguita, intendendosi compensato nel prezzo a mq ogni e qualunque onere per: la fornitura a piè d'opera del materiale, la sua stesa nello spessore richiesto, la messa in sagoma, la bagnatura, la cilindratura a fondo del materiale stesso, la mano d'opera, l'attrezzatura

necessaria e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte e secondo le livellette e le pendenze trasversali prescritte.

Si precisa inoltre che per i macadam all'acqua, sono pure compresi nel prezzo la fornitura, la stesa e regolazione del materiale di aggregazione; per le massicciate con trattamento bituminoso la fornitura e lo spandimento anche in più riprese del legante, la fornitura e la stesa del pietrischetto di saturazione, il tutto come descritto dall'art. 24 delle presenti Norme.

Art.26 CONGLOMERATI BITUMINOSI: STRATI DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, di collegamento (binder) o di usura, verranno valutati secondo la superficie eseguita, escluse le eccedenze, in base alle larghezze previste dalle sezioni tipo di progetto o a particolari indicazioni della Direzione dei Lavori.

Nei relativi prezzi a mq sono compresi tutti gli oneri per: la fornitura degli inerti e del legante secondo le formule accettate o prescritte dalla Direzione dei Lavori, il nolo dei macchinari funzionanti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione dei materiali, la mano d'opera, l'attrezzatura e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, secondo le livellette, le pendenze trasversali e gli spessori prescritti.

Art.27 SOVRASTRUTTURA STRADALE

La sovrastruttura stradale è compensata con il prezzo a corpo dell'appalto.

Fermo restando che la sovrastruttura stradale dovrà essere realizzata secondo le sezioni tipo di progetto ed i disegni allegati al Contratto di appalto nonché le specifiche tecniche di Capitolato Speciale, relative alle caratteristiche dei materiali, alla loro composizione, ecc., mediante prove da effettuare presso i Laboratori Ufficiali, le misurazioni dei singoli strati componenti sarà effettuata solo dopo il prescritto costipamento.

Tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore e sono finalizzate sia al controllo della rispondenza alle specifiche tecniche che alla valutazione delle percentuali da imputare nei singoli S.A.L. per l'emissione delle relative rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo.

La Direzione dei Lavori, nei casi di accertata carenza di spessore dei singoli strati oltre le tolleranze previste oppure nei casi di imprecisa esecuzione della sovrastruttura, riferirà al Responsabile del procedimento proponendo gli opportuni interventi.

**Art.28 CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO - ELEMENTI PREFABBRICATI IN
CONGLOMERATO CEMENTIZIO - CANALETTE DI SCARICO - SISTEMAZIONE CON TERRENO
COLTIVO DELLE AIUOLE - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE**

Tutte le suddette categorie di lavoro, comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere connesso, sono compensate con il prezzo a corpo di Contratto, solo se esplicitamente riportate nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento per quanto concerne il prezzo a corpo.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei suddetti disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate a misura secondo gli articoli seguenti e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'elenco C).

Art.29 CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Le cordonate in calcestruzzo cementizio eseguite secondo quanto indicato nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavori, verranno valutate a metro e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare le cordonate in opera secondo le prescrizioni dell'articolo del Capo 1 avanti indicato, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione prescritta verrà compensato a parte.

La misurazione della cordonata sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata ed, in corrispondenza delle aiuole, sul bordo verso la zona pavimentata di transito.

Art.30 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO: CANALETTE DI SCARICO, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

a) *Canalette di scarico acque piovane*: le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto all'articolo del Capo 1, verranno valutate a metro di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sull'asse e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi, e quant'altro necessario per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte. L'imbocco in calcestruzzo, sia esso prefabbricato o costruito in opera, verrà compensato con la stessa voce di Elenco prezzi delle canalette.

L'eventuale copertura delle canalette in lastre piane, curve o poligonali, prefabbricate in calcestruzzo avente $R_{ck} \Rightarrow 30 \text{ N/mm}^2$ di cemento, verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

b) *Cunette e fossi di guardia*: le cunette e i fossi di guardia in elementi prefabbricati saranno compensati in base alla loro effettiva superficie interna.

Il prezzo comprende anche la regolarizzazione e costipamento del piano d'appoggio; la fornitura, stesa e costipamento del materiale arido di posa; la stuccatura dei giunti e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso altresì lo scavo per la formazione della cunetta.

Art.31 MARCIAPIEDI ED ELEMENTI SPARTITRAFFICO IN CLS AUTOBLOCCANTI

La misurazione ai fini contabili dei marciapiedi e degli elementi spartitraffico sarà effettuata a metro lineare di elemento posto in opera, rilevato sull'asse dello stesso.

Non saranno ammessi sovrapprezzi per pezzi speciali, raccordi curvi, ecc.

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se risponderanno a quanto prescritto al punto relativo ai materiali da utilizzare e al punto relativo alla modalità di esecuzione delle opere.

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto prescritto nei disegni di progetto, sia per quanto riguarda le sagome, sia per l'esattezza delle misure richieste; si dovrà accettare inoltre che non siano intervenuti cedimenti, od altri difetti emersi a lavori ultimati.

Art.32 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi dell'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari, si seguiranno le norme di legge in materia, e le istruzioni particolari impartite dalla Direzione Lavori.

Quando dovessero, poi, riscontrarsi discrepanze o addirittura contraddizioni con quanto illustrato in questo capitolato fra esso stesso e la parte degli elaborati grafici sarà da ritenersi quest' ultima come esatta e ad essa dovrà l'impresa strettamente attenersi nella realizzazione delle opere, sempre che non siano le

indicazioni di sopra riportate maggiormente favorevoli per la Stazione Appaltante.