



PROGETTO ESECUTIVO DEL SISTEMA DI  
LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE E DELLO  
SPOSTAMENTO DELLA FOGNATURA MISTA E DELLA  
CANALETTA DELLE LAME NELL'AMBITO DELLA  
REALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO CENTRO  
PRODUZIONE PASTI LAZZARETTO

Ing. Lorenzo Cazzola



**ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA**  
INGEGNERE  
**CARLO BAIETTI**  
LAUREA SPECIALISTICA  
Sezione: A  
N° 4754 / A  
Archivio ambientale, industriale dell'informazione

Carl Borek

Denominazione:

# CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Elaborato:

P

Scala:

Codice Progetto:	
------------------	--

2513

Data emissione:

Ottobre 2015

2513-Intestazioni.dwg

## INDICE

<b>1</b>	<b>CONTROLLO QUALITÀ E NORME TECNICHE</b>	<b>3</b>
1.1	PREMESSA	3
1.2	FORNITURE DI MATERIALI	3
1.2.1	QUALITÀ DEI MATERIALI	3
1.2.2	ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	3
1.2.3	PROVE SUI MATERIALI	5
1.2.4	MATERIALI DA COSTRUZIONE	5
1.2.5	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	7
1.2.6	CALCESTRUZZO PER USI STRUTTURALI, ARMATO E NON, NORMALE E PRECOMPRESSO	8
1.2.7	ACCIAIO	9
1.2.8	INERTI	9
1.2.9	SABBIELLA	10
1.2.10	SABBIA, GHIAIETTO E PIETRISCHETTO	10
1.2.11	GHIAIA IN NATURA	10
1.2.12	MISTO GRANULARE STABILIZZATO	11
1.2.13	POZZETTI IN ELEMENTI DI CALCESTRUZZO PREFABBRICATI	12
1.2.14	ALTRI MANUFATTI PREFABBRICATI DI CALCESTRUZZO	12
1.2.15	CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE	13
1.2.16	TUBI E RACCORDI IN PVC RIGIDO NON PLASTIFICATO, A PARETE COMPATTA, PER CONDOTTE DI FOGNATURA A GRAVITÀ	13
1.2.17	TUBI IN POLIETILENE CON PROFILO DI PARETE STRUTTURATO DI TIPO SPIRALATO	14
1.2.18	TUBI CIRCOLARI IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATI PER FOGNATURA MISTA	14
1.2.19	MANUFATTI SCATOLARI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO ARMATO	16
1.2.20	TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE ED EPOSSICATRAMOSE	17
<b>2</b>	<b>PRESCRIZIONI DI CARATTERE ESECUTIVO</b>	<b>22</b>
2.1	NORME DI CARATTERE GENERALE	22
2.2	TRACCIAMENTI	22
2.3	DEMOLIZIONI	22
2.4	SCAVI E RILEVATI	23
2.5	OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO	25
2.6	NORME PER IL CEMENTO ARMATO NORMALE	26
2.7	RESPONSABILITÀ PER LE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO E CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	27
2.7.1	CASSERATURE PER OPERE IN CEMENTO ARMATO	27
2.7.2	FERRO PER CEMENTO ARMATO	27
2.7.3	CONGLOMERATI CEMENTIZI PREFABBRICATI	29
2.7.4	STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO	30
2.7.5	FERRO LAVORATO E FERRAMENTA	31
2.8	MICROPALI	31

2.8.1	TOLLERANZE GEOMETRICHE	32
2.8.2	TRACCIAMENTO	32
2.8.3	ARMATURA	32
2.8.4	MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE	33
2.8.5	MICROPALI CON RIEMPIMENTO A GRAVITÀ O A BASSA PRESSIONE	35
2.8.6	PROVE DI CONTROLLO	35

# 1 CONTROLLO QUALITÀ E NORME TECNICHE

## 1.1 PREMESSA

Le Leggi, le Norme Tecniche e le Specifiche Tecniche richiamate nel presente Capitolato sono attualizzate al momento della redazione del documento; Eventuali aggiornamenti normativi e/o nuove disposizioni di legge e/o modifiche delle specifiche della Committente che intervenissero a modificare, anche parzialmente, quanto previsto nel presente documento, assumeranno valore di riferimento obbligando l'Impresa ad assoggettarsi alle nuove disposizioni.

Per tutte le opere e prestazioni l'Impresa è tenuta a:

- osservare scrupolosamente tutte le Norme e Leggi vigenti in materia di sicurezza e igiene del lavoro anche se non direttamente esplicitate nel Capitolato Speciale di Appalto;
- osservare tutte le Norme Tecniche vigenti, inerenti sia l'esecuzione dei lavori che la qualità dei materiali forniti, anche quando non direttamente richiamate nel presente Capitolato.

## 1.2 FORNITURE DI MATERIALI

### 1.2.1 QUALITÀ DEI MATERIALI

I materiali da costruzione (prodotti) da impiegare per i lavori compresi nell'Appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, alla direttiva 89/106/CEE del 21 dicembre 1988 (così come modificata dalla direttiva 93/68/CEE del 22 luglio 1993 e dal regolamento CEE n. 1882/2003 del 29 settembre 2003) relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione e dal Regolamento di attuazione della direttiva 89/106 CEE, emanato con DPR n° 246 del 21/04/1993 e s.m.i.

La Direttiva 89/106 CEE è stata abrogata dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) n. 305/11 del 9 marzo 2011, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea il 4 aprile 2011. Il regolamento entra immediatamente in vigore tuttavia buona parte delle norme che esso fissa saranno valide dall'1 luglio 2013. Ogni citazione della Direttiva 89/106CEE riportata nel seguito resta valida fino a entrata in vigore del Regolamento CPR.

I prodotti da costruzione per i quali esiste una norma inserita nell'elenco aggiornato delle norme armonizzate concernenti l'attuazione della direttiva 89/106 CEE, sono pubblicati con Decreto Ministeriale nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, devono essere marcati CE. La decorrenza dell'obbligo della marcatura ed il relativo periodo transitorio di coesistenza con le norme nazionali che vanno a sostituire è riportata nel medesimo elenco.

*(A titolo puramente informativo, l'ultimo aggiornamento disponibile è stato emanato con DM dell' 8 aprile 2010 e pubblicato in Gazzetta Ufficiale Italiana n° 91 del 20/04/2010.)*

Agli effetti del presente appalto, si riterrà valido l'ultimo elenco disponibile pubblicato in G.U.C.E.

*(La Gazzetta ufficiale dell'Unione europea (GU) è l'unico periodico pubblicato ogni giorno lavorativo in tutte le lingue ufficiali dell'Unione europea (UE), si articola in due serie collegate tra loro (L per gli atti legislativi e C per comunicazioni e informazioni) e un supplemento (S per i bandi di appalto). Esiste anche una sezione elettronica della serie C, nota come GU C E. I documenti contenuti nella GU C E sono pubblicati solo in versione elettronica.)*

La procedura da applicarsi per l'attestazione di conformità del prodotto, la dichiarazione di conformità e le informazioni da riportare sul prodotto, sull'etichetta, sull'imballaggio e/o sui documenti commerciali sono riportati nell'allegato ZA della norma armonizzata dello specifico prodotto riguardo all'impiego previsto.

### 1.2.2 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

In linea generale, i materiali forniti dall'Impresa, in funzione dell'utilizzo previsto, saranno sottoposti ai seguenti controlli a cura della Direzione Lavori:

- Identificazione del prodotto (verifica di coerenza della etichettatura con i documenti di accompagnamento);
- Rispondenza alle Norme tecniche (armonizzate, nazionali, ecc.) applicabili per il materiale in relazione al tipo di impiego;

- Rispondenza ai requisiti indicati alle Specifiche tecniche della Committente, qualora presenti, e sottoposti ai medesimi controlli ivi previsti.

L'elenco dei materiali di maggior utilizzo per le opere oggetto del presente capitolato e le norme di riferimento per la qualità e accettazione sono riportate ai successivi paragrafi.

Per i materiali non espressamente indicati si fa riferimento alle specifiche progettuali ed alle indicazioni della Direzione Lavori.

Parimenti, qualora al capitolato siano allegate specifiche tecniche di dettaglio con indicazioni sui materiali si farà riferimento a quanto ivi indicato.

Restano comunque validi i principi generali qui esposti in merito alle modalità di certificazione e accettazione.

Tutti i materiali dovranno essere:

- a. identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari; (codici identificativi e rintracciabilità sul materiale e/o imballaggio e documentazione di accompagnamento)
- b. certificati mediante la documentazione di attestazione
  - i. Marcatura CE per tutti i prodotti per i quali esiste norma armonizzata Europea (in vigore) autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite nelle norme armonizzate richiamate nel presente documento. (prodotti per i quali marcatura CE obbligatoria);
  - ii. Attestazioni previste dalle norme italiane applicabili (certificati diversi di enti riconosciuti) per tutti quei prodotti per cui l'applicazione della norma Europea normalizzata è in regime transitorio (non ancora obbligatoria) se non è già disponibile la marcatura CE con le relative attestazioni;
  - iii. Esiti di prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche, e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, secondo diverse norme tecniche e norme ministeriali, specifiche CNR ect ove disponibili quando non esiste una norma armonizzata o una norma nazionale.
- c. accettati dal Direttore dei Lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente.
- d. Per i prodotti lavorati a piè d'opera utilizzando altri prodotti e semilavorati deve essere fornita la documentazione applicabile di cui al punto b) per i prodotti base impiegati e la procedura del sistema qualità certificato dell'impresa, che descrive la lavorazione effettuata.

Qualora la *Direzione Lavori* rifiuti una qualsiasi provvista di materiali, ritenuta non idonea all'impiego, l'*Impresa* deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa *Impresa*.

In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni delle Comunità Europea nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori, possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la *Direzione Lavori* ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esenta l'*Impresa* dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Salvo particolari prescrizioni o ordini impartiti, i materiali perverranno da quelle località e/o da quei produttori che l'*Impresa*, a suo giudizio di convenienza, deciderà di scegliere, non potendo per ciò avanzare o reclamare alcun diritto di sorta, qualora durante i lavori i materiali fossero riscontrati non più rispondenti ai requisiti, oppure venissero addirittura a mancare. Nell'eventualità di cui sopra, l'*Impresa* sarà obbligata a ricorrere ad altri produttori, diversi dai precedenti, di qualsiasi località, specificando che in tali casi, i prezzi stabiliti in elenco, come tutte le varie prescrizioni riferite alla dimensione e qualità dei materiali, resteranno invariati.

Qualora, senza la preventiva ed esplicita approvazione della *Direzione Lavori*, l'*Impresa* nel proprio interesse o di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni consistenza e qualità superiori a quelle prescritte, non avrà diritto ad alcun aumento dei prezzi, compensi addizionali o riconoscimento di prezzi non prescritti.

### 1.2.3 PROVE SUI MATERIALI

La *Direzione Lavori* in qualunque momento, sia prima sia dopo l'impiego nei lavori, potrà prescrivere prove sui vari materiali inerenti all'Appalto. L'*Impresa* sarà obbligata perciò in ogni momento a presentarsi per eseguire tutte le prove o saggi ritenuti idonei ordinati dalla *Direzione Lavori*, e quest'ultima avrà il diritto di dettare qualsiasi norma alternativa o complementare in riferimento alle normali prove di collaudo senza che l'*Impresa* possa trarne motivo di indennizzo alcuno.

In ogni caso il prelievo dei vari campioni sarà eseguito in contraddittorio ed i campioni oggetto di prova potranno essere conservati dalla *Direzione Lavori* o dall'*Impresa*, contrassegnati a firma del Direttore dei Lavori e dell'*Impresa* nel modo adatto a salvaguardare l'autenticità del provino.

Le varie prove ordinate potranno essere eseguite presso il cantiere, nello stabilimento di origine o produzione, presso un istituto privato autorizzato nelle forme di legge o presso un istituto Universitario per le analisi dei materiali; la scelta sarà a insindacabile giudizio della *Direzione Lavori*.

Qualsiasi spesa, per saggi, prelievi, custodia, invio e trasporto dei campioni, nonché per l'esecuzione delle prove ed i ripristini di qualsiasi manufatto o fornitura che sia reso necessario manomettere, nonché tutte le spese connesse, saranno a totale carico dell'*Impresa*, indipendentemente dal numero dei saggi o prove ordinate dalla *Direzione Lavori*.

Nell'evenienza che i lavori siano momentaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti sopra specificati, l'*Impresa* non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta ma solamente richiedere, nel caso che il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori, la cui accettazione per altro sarà demandata al giudizio della *Direzione Lavori*.

### 1.2.4 MATERIALI DA COSTRUZIONE

#### 1.2.4.1 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) **Acqua** - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante, avente caratteristiche conformi alla norma UNI EN 1008.

b) **Calci** - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.

c) **Cementi e agglomerati cementizi.**

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1995 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1, UNI EN 197-2 e UNI EN 197-4.

2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) **Pozzolane** - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

e) **Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in

locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

f) **Sabbie** - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza

delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica:

UNI EN 459-1 Calci da costruzione - Parte 1: Definizioni, specifiche e criteri di conformità

UNI EN 459-3 Calci da costruzione - Valutazione della conformità

UNI EN 197-1 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

UNI EN 197-2 Cemento - Valutazione della conformità

UNI EN 197-4 Cemento - Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale

UNI EN 413-1 Cemento da muratura - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità

UNI EN 413-2 Cemento da muratura - Parte 2: Metodi di prova

UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati. Classificazioni e composizione

UNI 9606 Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **1.2.4.2 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE**

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) 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 non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-super fluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Norme Generali*", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti) e UNI 10765.

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica:

UNI EN 934-1 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 1: Requisiti comuni

UNI EN 934-3 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 3: Additivi per malte per opere murarie - Definizioni, requisiti, conformità e marcatura ed etichettatura

UNI EN 934-4 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura

UNI EN 934-5 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 5: Additivi per

calcestruzzo proiettato - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura  
UNI EN 480-1 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Parte 1: Calcestruzzo e malta di riferimento per le prove  
UNI 10765 Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo - Definizioni, requisiti e criteri di conformità.  
UNI EN 13139 Aggregati per malta  
UNI EN 13055-1 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.  
UNI EN 13055-2 Aggregati leggeri - Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati  
UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo  
UNI EN 13043 Aggregati e miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade e aeroporti  
Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### ***1.2.4.3 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO***

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica

UNI EN 771-1 Specifica per elementi per muratura - Parte 1: Elementi per muratura di laterizio

UNI EN 771-2 Specifica per elementi di muratura - Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio

UNI EN 771-3 Specifica per elementi di muratura - Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri)

UNI EN 771-4 Specifica per elementi di muratura - Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

### **1.2.5 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

#### ***1.2.5.1 GENERALITÀ***

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 14 gennaio 2008 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

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

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà inoltre onere della Direzione dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.



Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, la Direzione dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n. 89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

## **1.2.6 CALCESTRUZZO PER USI STRUTTURALI, ARMATO E NON, NORMALE E PRECOMPRESSO**

### **Controllo di Accettazione**

La Direzione dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al punto 11.8.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non sia stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dalla Direzione dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel punto 11.2.6. del D.M. 14 gennaio 2008. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si procederà ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, la Direzione dei Lavori, è tenuta a verificare quanto prescritto nel punto 11.2.8. del succitato decreto ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.2.5 del D.M. e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. La Direzione dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al punto 11.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008.

## **1.2.7 ACCIAIO**

### **Prescrizioni Comuni a tutte le Tipologie di Acciaio**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel Capitolo 11 del D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

### **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

### **Centri di trasformazione**

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

## **1.2.8 INERTI**

Gli inerti sono materiali naturali di per sé dotati di estrema variabilità. Le classifiche adottate per i materiali stradali cercano di raggruppare in classi i terreni a seconda del loro prevedibile comportamento meccanico, misurato attraverso alcuni, pochi, parametri che ne caratterizzano la natura in modo essenziale. Sarà cura del progettista e della Direzione lavori indicare le caratteristiche che gli inerti devono possedere in relazione all'uso previsto. La Direzione Lavori si riserva, a giudizio insindacabile, l'accettazione o meno del materiale prima della sua posa in opera. Per l'indicazione delle caratteristiche richieste si fa riferimento alla tabella sotto riportata che corrisponde al sistema di classificazione HRB. Tale sistema proposto dalla Highway Research Board (1942) e successivamente revisionato dalla American Association of State Highway and Transportation Office (è stato riportato con qualche modifica anche nella norma CNR-UNI 10006 ora

formalmente ritirata) è un sistema di classificazione che viene utilizzato principalmente nel campo delle costruzioni stradali, o comunque per terreni utilizzati come materiali da costruzione

Classificazione generale:	Materiali granulari (passante al setaccio N.200 $\leq$ 35%)							Limi-Argille (passante al setaccio N.200 $\geq$ 35%)			
Classificazione di gruppo:	A-1 A-1-a A-1-b		A-3	A-2 A-2-4 A-2-5 A-2-6 A-2-7				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6
<b>Analisi granulometrica:</b>											
<b>% passante al setaccio:</b>											
- N.10 (2mm)	$\leq 50$										
- N.40 (0.12 mm)	$\leq 30$	$\leq 50$	$\geq 51$								
- N.200 (0.074 mm)	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\geq 36$	$\geq 36$	$\geq 36$	$\geq 36$
<b>Limiti di Atterberg</b>											
<b>determinati sul passante al setaccio N.40 (0.42 mm):</b>											
- $w_L$ (%)			Non	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
- $I_p$ (%)	$\leq 6$		plastico	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$
<b>Indice di gruppo (I):</b>	0		0	0		$\leq 4$		$\leq 8$	$\leq 12$	$\leq 16$	$\leq 20$
<b>Materiale costituente:</b>	Ghiaia (pietrame) con sabbia		Sabbia	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi	Argille		
<b>Materiale come sottofondo:</b>	Da eccellente a buono							Da buono a scarso			
<b>*Note: Se <math>I_p \leq w_L - 30 \rightarrow</math> A-7-5; Se <math>I_p \geq w_L - 30 \rightarrow</math> A-7-6</b>											

\*Note: Se  $I_p \leq w_L - 30 \rightarrow$  A-7-5; Se  $I_p \geq w_L - 30 \rightarrow$  A-7-6

Figura 1.19 – Sistema di classificazione HRB

## 1.2.9 SABBIELLA

Con il termine sabbietta di cava viene indicato un materiale con indice plastico zero ( non plastico  $\Rightarrow I.P. = 0$  ), completamente passante al setaccio 2 UNI 2334 e con un passante al setaccio 0.075 UNI 2334 inferiore al 30%; il materiale dovrà essere esente da sostanze organiche ed in pratica appartenere almeno al gruppo A<sub>2-4</sub> della classificazione CNR-UNI 10006; il grado d'uniformità deve risultare  $u > 20$ .

Anticipatamente l'inizio dei lavori sul materiale dovranno essere fornite le seguenti determinazioni:

- classifica secondo le norme CNR-UNI n°. 10006;
- prova di costipamento della terra – norma CNR-BU n°. 69 del 30.11.1978

La verifica della compattazione verrà effettuata mediante l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico secondo le indicazioni fornite dalla Norma CNR BU N. 146 del 14 dicembre 1992.

Il modulo di deformazione al primo ciclo di carico, valutato nell'intervallo tensionale compreso tra 0.15 e 0.25 MPa, dovrà risultare non inferiore a 25 MPa; il rapporto tra il modulo valutato al primo ciclo di carico e quello al secondo non dovrà risultare inferiore a 0.50.

## 1.2.10 SABBIA, GHIAIETTO E PIETRISCHETTO

La sabbia, il ghiaietto e il pietrischetto impiegati nel rinterro di scavi in sede stradale dovranno essere, di norma, di frantoio e avere le stesse caratteristiche previste per quelli utilizzati nell'esecuzione di opere murarie.

## 1.2.11 GHIAIA IN NATURA

La ghiaia in natura dovrà provenire da cave fluviali ed essere costituita da un miscuglio di sabbia e ghiaia derivanti da rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso per l'impiego a cui è destinato.

### 1.2.12 MISTO GRANULARE STABILIZZATO

Per la realizzazione della fondazione stradale deve essere impiegato del misto granulometrico stabilizzato.

Si richiede l'utilizzo di inerti non gelivi (R.D. N. 2232 del 16/11/1939, art. 8), con presenza di frantumato per una percentuale non inferiore al 80 %, sabbia ed un passante al setaccio 0.075 UNI 2334 non superiore al 10%, miscelati in maniera tale da ottenere una curva granulometrica, definita utilizzando le modalità operative richieste nella Norma CNR BU N. 23 del 14 dicembre 1971, che rientri nel fuso riportato nella tabella n°. 1.

Gli elementi litici debbono risultare a spigoli vivi, duri, tenaci e non gelivi; la perdita in peso all'atto di prova con l'apparecchio Los Angeles, vedasi CNR BU n°. 34 del 28.03.1973, non deve essere superiore al 30% e la sensibilità al gelo desunta con la prova CNR BU n°. 80 del 15.11.1980 non deve eccedere il 25%.

Il materiale dovrà esclusivamente appartenere al gruppo A<sub>1-a</sub> della classifica CNR UNI 10006 ed in particolare presentare I.P. < 2 con valore del limite liquido  $w_l < 25\%$ , inoltre gli inerti dovranno inoltre possedere i requisiti evidenziati in tabella n°. 2.

**Tabella n°. 1**

Crivello/setacci UNI (mm)	passante min (%)	passante max (%)
71	100	100
40	75	100
25	60	87
10	35	67
5	25	55
2	15	40
0.4	7	22
0.075	2	10

**Tabella n°. 2**

Prova	Normativa di riferimento	Valore
Equivalente in sabbia (ES)	CNR BU N. 27 del 30/03/1972	$45 \% \leq ES \leq 65 \%$
Coefficiente Los Angeles (LA)	CNR BU N. 34 del 28/03/1973	$LA \leq 30 \%$
Sensibilità al gelo	CNR BU N. 80 del 15/11/1980	$LAG \leq 25 \%$
Resistenza a compressione	R.D. N. 2232 del 16/11/1939, art. 10	$s_c \geq 100 \text{ MPa}$

Il materiale sarà steso in strati non eccedenti lo spessore di cm. 15 ed immediatamente livellato e cilindato; inoltre dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato.

Tutte le operazioni di posa non devono essere eseguite qualora le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

La densità in sito, valutata secondo le indicazioni contenute nella Norma CNR BU N. 22 del 3 febbraio 1972, non dovrà essere inferiore al 95 % di quella massima ottenuta in laboratorio mediante l'esecuzione della prova Proctor modificata (AASHTO T 180-57 metodo D).

La compattazione si riterrà conclusa quando il modulo di deformazione ( $M_d$ ) ottenuto mediante una prova di carico con piastra, eseguita secondo le modalità descritte nella Norma CNR BU N. 146 del 14 dicembre 1992 nell'intervallo tensionale compreso tra 0.15 e 0.25 MPa, avrà valori non inferiori a 80 MPa ed il rapporto tra il modulo valutato al primo ciclo di carico e quello al secondo non dovrà essere inferiore a 0.65.

Lo strato complessivo della fondazione può essere realizzato in due fasi con tempi diversi a seconda delle esigenze del cantiere; prima della ricarica del secondo strato di completamento si deve livellare il piano di lavoro, asportare resti terrosi o materiali derivanti dalle lavorazioni di cantiere e cilindare lo strato sottostante.

### **1.2.13 POZZETTI IN ELEMENTI DI CALCESTRUZZO PREFABBRICATI**

Appartengono a questa categoria e sono soggetti alle seguenti norme gli elementi di calcestruzzo prefabbricati per pozzetti e camere di ispezione di forma interna circolare, quadrata o rettangolare (con o senza angoli interni raccordati o arrotondati), non armati, rinforzati con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

Gli elementi prefabbricati dovranno avere caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alla norma UNI EN 1917, in quanto applicabile.

Per quegli elementi non riconducibili alla suddetta norma, e comunque non oggetto di una specifica regolamentazione in materia (esempio D.M.LL.PP. 3 dicembre 1987 - Circolare 16 marzo 1989, n. 31104), valgono le seguenti prescrizioni, da intendersi integrative e mai sostitutive alle disposizioni di cui sopra.

prescrizioni costruttive

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua - cemento, alle modalità d'impasto e di getto.

Il fabbricante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità richieste.

All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti.

Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo.

I prefabbricati, anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.

caratteristiche generali di qualità

Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica non inferiore a:

200 Kg/cm<sup>2</sup> per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;

400 Kg/cm<sup>2</sup> per i manufatti sollecitati da carichi stradali.

Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua nel senso e nei limiti sotto precisati.

Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza o la durata.

resistenza meccanica

La prova di resistenza alla compressione dovrà essere eseguita secondo le disposizioni delle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato", su provini formati contemporaneamente alla fabbricazione dei pezzi di serie.

In casi particolari potranno tuttavia essere usati anche cubetti ricavati dai prefabbricati.

impermeabilità

Le parti delle camerette prefabbricate sottoposte alla pressione interna di 0,5 bar per 15 minuti non devono assorbire quantitativi d'acqua superiori a 0,07 l/m<sup>2</sup> di superficie interna bagnata.

controlli e collaudi

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi del Capitolato dovranno essere eseguite conformemente alla norma DIN 4034.

### **1.2.14 ALTRI MANUFATTI PREFABBRICATI DI CALCESTRUZZO**

Si riportano le principali norme di riferimento per Prodotti prefabbricati in calcestruzzo

UNI EN 13369 Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo (ITA)

1. UNI 8981-1 Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive (ITA)
2. UNI EN 12794 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Pali da fondazione (ITA)
3. UNI EN 12839 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi per recinzioni (ITA)
4. UNI EN 12843 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Antenne e pali (ITA GB)
5. UNI EN 14843 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Scale (ITA GB)

6. UNI EN 14991 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi da fondazione (ITA GB)
7. UNI EN 14844 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi scatolari (GB)
8. UNI EN 15258 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi per muri di sostegno (ITA GB)
9. UNI CEN/TR 15739 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Finitura superficiale del calcestruzzo – Identificazione (GB)

#### **1.2.15 CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE**

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchio quadrato, telaio con guarnizioni in neoprene sulla sede d'appoggio, nervature, fori e asole di ancoraggio. Rivestimento integrale con vernice bituminosa saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione Lavori, i chiusini dovranno essere garantiti, per un carico di prova (pari a 40,0 t).

Per carico di prova s'intende quel carico in corrispondenza del quale si verifica la prima fessurazione.

#### **1.2.16 TUBI E RACCORDI IN PVC RIGIDO NON PLASTIFICATO, A PARETE COMPATTA, PER CONDOTTE DI FOGNATURA A GRAVITÀ**

I tubi in PVC devono essere realizzati con PVC-U (policloruro di vinile non plastificato) con aggiunta di additivi e contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per tubi e all'85% per i raccordi stampati.

Le caratteristiche devono essere conformi ai prospetti 1 (tubi) e 2 (raccordi) della UNI EN 1401-1.

I tubi ed i raccordo devono essere colorati in tutto il loro spessore come prescritto dal punto 5 della UNI EN 1401-1.

Gli spessori minimi e massimi in funzione della rigidità anulare nominale (SN) e del rapporto dimensionale normalizzato (SDR) sono indicati nel prospetto 4 della citata UNI EN 1401-1. Per le dimensioni dei raccordi, bicchieri e codoli si farà riferimento rispettivamente ai punti 6.3 e 6.4 della UNI EN 1401-1. Per le tipologie dei raccordi si farà riferimento al punto 6.5 della citata norma.

Le dimensioni dei diametri esterni dei tubi sono riportate nel prospetto 3 della UNI EN 1401-1. Lo scostamento ammissibile della circolarità (ovalizzazione) dei tubi dopo la produzione deve essere non maggiore a 0,024 del diametro esterno nominale.

La lunghezza deve essere misurata escluso bicchieri o smussi così come indicato dalla figura 1 della UNI EN 1401-1.

Le caratteristiche meccaniche devono essere conformi a quanto riportato nel prospetti 9 (tubi), 10 (tubi), 11 (raccordi) della UNI EN 1401-1. Le caratteristiche fisiche devono essere conformi a quanto riportato nel prospetti 12 (tubi), 13 (raccordi), 14 (raccordi fabbricati) della citata UNI EN 1401-1.

Le guarnizioni devono essere conformi alla norma UNI 681-1.

I tubi in PVC (polivinilcloruro) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acque di scarico, secondo la UNI EN 1401-1, devono essere del tipo:

SN8 SDR 34 (8 KN/ mq) per:

- temperatura massima permanente del fluido condottato 40°C
- per condizioni di posa particolarmente gravose.

Devono essere idonei al trasporto di quanto anzidetto e corrispondere a tutti i requisiti indicati dalla UNI EN 1401.

Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare: come descritto nel prospetto 16 della UNI EN 1401-1:

a) Tubazioni:

- numero di norma
- dimensione nominale
- spessore minimo di parete
- materiale
- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- rigidità anulare nominale
- fabbricante
- l'eventuale simbolo per l'impiego a basse temperature.

b) Raccordi:

- numero di norma
- dimensione nominale
- angolo nominale
- spessore minimo di parete
- materiale
- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- fabbricante.

### **1.2.17 TUBI IN POLIETILENE CON PROFILO DI PARETE STRUTTURATO DI TIPO SPIRALATO**

Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte di scarico interrate non in pressione con profilo di parete strutturato di tipo spiralato liscio internamente ed esternamente, con all'interno delle cavità circolari atte a garantire il momento d'inerzia necessario per ottenere la rigidità anulare della classe di resistenza di riferimento; il profilo dovrà essere realizzato con materiale omogeneo e con le cavità derivate direttamente da estrusione e prive di accoppiamento con materiali diversi, con dimensioni e proprietà meccaniche i tubi dovranno essere in accordo al progetto secondo l'ultima e aggiornata Normativa EN e ISO.

Le barre saranno prodotte in qualsiasi lunghezza, le giunzioni degli elementi saranno eseguite a mezzo di apposito bicchiere di polietilene costruito per avvolgimento continuo su mandrino senza soluzione di continuità con il tubo e dotato di apposita resistenza interna per la realizzazione dell'elettrofusione con il maschio dell'elemento successivo.

### **1.2.18 TUBI CIRCOLARI IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATI PER FOGNATURA MISTA**

Tubazioni prefabbricate a sezione circolare in calcestruzzo con armatura atta ad assicurare la resistenza allo schiacciamento previsto dalla classe utilizzata nel calcolo statico, con incastro in spessore o a bicchiere, con guarnizione incorporata nel getto avente "shore" adeguato alla dimensione del tubo e conforme alle norme UNI EN 681-1, e sistema di giunzione del tipo "GIUNTO SALDATO", quindi la tubazione sarà rivestita in stabilimento, e in fase di getto, in prossimità della parte maschio e in prossimità della parte femmina, con un Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE perfettamente integrato nel getto, per mezzo del sistema di ancoraggio T-GRIP lungo tutta la sua circonferenza senza interruzioni, per consentire il perfetto fissaggio al calcestruzzo ed evitare così punti deboli che potrebbero compromettere la garanzia di adesione del liner nel tempo. Per questo motivo non saranno ammessi sistemi di ancoraggio diversi da quello indicato. Una volta posata la tubazione dall'impresa appaltatrice il fornitore dei manufatti dovrà provvedere, con proprio personale abilitato (munito di regolare patentino, rilasciato dall'IIS di Genova) secondo DVS 2212-1 e UNI EN 13067, ad eseguire la saldatura dei giunti con tecnica ad estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno. A totale garanzia dell'opera tutte le saldature dovranno essere verificate con la tecnica dello scintillografo e dovrà essere rilasciato un verbale che attesti la positività di ogni saldatura. Le aziende produttrici di tali manufatti dovranno dimostrare di avere eseguito lavori di fornitura e saldatura per un importo non inferiore a € 4.000.000,00 negli ultimi 3 anni. La posa sarà preceduta dall'applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alla legge

UNI EN 1916 del maggio 1997, alla Legge UNI 9858 del maggio 1991, la legge UNI 8981/1 a 7, la legge DIN 4035, il DM 12 dicembre 1985 e circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 2 marzo 1986 e D.M. 14 febbraio 1992, esenti da fori passanti, poste in opera su sella d'appoggio continua in cls o materiale autocostipante, in grado di garantire una superficie d'appoggio che si adatti il più possibile alla superficie esterna del tubo, su tutta la lunghezza dell'elemento, e per la larghezza definita dall'angolo di sella previsto dal progetto statico, compresi gli eventuali rinfianchi e l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di apparecchiature laser. Non saranno ammesse pertanto zone vuote, o cavità, o grandi bolle affioranti sulla superficie di contatto. La tubazione e il relativo giunto dovranno garantire inoltre la resistenza alla corrosione derivante da eventuali correnti vaganti. La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare in termini di deformazione quelle stabilite dal progetto del giunto e dichiarate dal produttore negli appositi documenti di produzione.

Le tubazioni dovranno avere una classe di resistenza allo schiacciamento, provato secondo quanto previsto dal progetto di norma U73.04.096.0. (APPENDICE C), non inferiore a:

da DN 300 mm a 700 mm	135 kN/m <sup>2</sup>
da DN 800 mm a 1200 mm	110 kN/m <sup>2</sup>
da DN 1300 mm a 1600 mm	100 kN/m <sup>2</sup>
oltre DN 1600 mm	190 kN/m <sup>2</sup>

Il carico minimo di schiacciamento per unità di lunghezza sarà ricavato moltiplicando la classe di resistenza per un millesimo del diametro nominale interno. Il reinterro della tubazione dovrà essere realizzato con materiale granulare omogeneo, anche proveniente dagli scavi, purché liberato dalle pietre di dimensioni superiori a 50 mm, dalle zolle, dai materiali organici e da elementi estranei alla natura del terreno. Il reinterro dovrà sempre avvenire mediante compattazione a strati orizzontali di spessore compreso fra 250 e 300 mm. La compattazione dovrà essere eseguita mediante piastre vibranti regolabili, di potenza media. Al fine di assicurare il contributo delle spinte laterali del terreno alla capacità portante del tubo, la compattazione dovrà al minimo oltrepassare l'estradosso superiore del tubo di 300 mm. L'Impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di reinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, le DIN 4033 e le ATV A127. La fornitura delle tubazioni dovrà essere corredata dai documenti di produzione e dalle registrazioni di controllo e collaudo.

#### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

UNI EN 1916: 2004

“Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali ...”

UNI EN 681-1

Elementi di tenuta in elastomero – Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua – Gomma vulcanizzata.

UNI 8981

Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo.

UNI 9858

Calcestruzzo, prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.

D.M. 12.12.85

Norme tecniche relative alle tubazioni. Circ. LL.PP. 27291. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.

UNI 7517

Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna.

DIN 4033

Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati. Direttive per la costruzione.



### 1.2.19 MANUFATTI SCATOLARI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO ARMATO

I manufatti scatolari preformati avranno una lunghezza non inferiore a 2,00 metri con giunzione a bicchiere e guarnizione in gomma butilica CS-102 a norma ASTM C-990.

Gli elementi dovranno essere confezionati con calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompresso a sezione rettangolare armata.

La qualità, le modalità di posa, nonché i criteri di progettazione e collaudo, dovranno essere conformi alle norme DIN 4263, UNI 8520/2 e UNI 8981.

Gli elementi da mettere in opera dovranno essere sempre dimensionati:

- per sopportare le sollecitazioni di schiacciamento od ovalizzazione a causa del peso proprio, dell'acqua contenuta, del materiale di ricoprimento di eventuali spinte orizzontali del terreno, dei carichi di 1a categoria per tracciati sia in campagna che su piazzali o strade;
- per resistere alla sollecitazione di flessione longitudinale nelle peggiori condizioni di appoggio.

L'Impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi ogni responsabilità conseguente.

L'Impresa provvederà in fase di programma di esecuzione delle opere a produrre anche il programma di forniture di materiali distinto per tipi e qualità ed a produrre valido impegno delle ditte costruttrici ai tempi di consegna previsti ed al rispetto delle norme del presente capitolato.

Resta comunque inteso, che l'impresa rimarrà unica responsabile nei confronti dell'Amministrazione del rispetto dei programmi e che qualora per qualsiasi ragione non provveda all'approvvigionamento dei materiali in tempo utile l'Amministrazione potrà provvedervi in proprio addebitando le maggiori spese all'impresa stessa.

L'Impresa provvederà inoltre ad approntare, nel più breve tempo possibile, in base ai rilievi esecutivi, nonché al suddetto programma di esecuzione dei lavori, dettagliate distinte dei materiali occorrenti alla costruzione della condotta.

Il materiale ordinato, dopo i prescritti collaudi in fabbrica, sarà spedito in cantiere, a tutta cura e spese dell'appaltatore con i mezzi di trasporto che lo stesso riterrà più opportuni.

L'Amministrazione riterrà e riconoscerà l'appaltatore unico responsabile se, durante il trasporto, le operazioni di carico e scarico e sino alla messa in opera, il materiale subisse avaria di qualsiasi genere. Se dette avarie, a giudizio insindacabile della D.L. dovessero far ritenere il materiale non idoneo alla costruzione della condotta, i pezzi avariati saranno scartati e immediatamente allontanati dalla sede di lavoro e nessun compenso potrà accampare l'appaltatore per tali materiali non utilizzati.

La costruzione ed il controllo dei manufatti dovrà essere ispirato alle norme EN 29002 "Criteri per l'assicurazione (o garanzia) della qualità nella fabbricazione ed installazione" di cui alle Tab. I, II, III, IV e V.

Su ciascun elemento dovranno essere riportati in modo indelebile i seguenti dati :

- nome del fabbricato o marchio di fabbrica
- data di produzione
- dimensioni
- lunghezza.

Gli elementi andranno calcolati in modo da sopportare il riempimento anche inferiore a 50 cm ed i massimi carichi stradali (carichi di 1° Categoria).

L'armatura metallica eventuale e conseguente ai calcoli sarà costituita da tondini in acciaio, cerchiante e longitudinale rispondente alle norme UNI 6407/49 e DIN 4035.

Gli elementi dovranno essere fabbricati in officina o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di qualità di tutti i prodotti ; a tale fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

Gli elementi dovranno essere esenti da fori passanti, posti in opera su base d'appoggio continua in calcestruzzo, con TIR-FOR idraulico o manuale, con l'ausilio di apparecchiature laser di controllo della quota di posa, avere dimensioni tali da esercitare sull'anello di tenuta una compressione

compresa tra il 28% e 42% per uso in fognatura e tra il 30% e 42% per uso in irrigazione a bassa pressione.

Infine i manufatti dovranno essere internamente verniciati con resina epossidica, spessore minimo 600 microns, secondo le specifiche riportate nel Capitolato di Appalto.

#### Guarnizione Butilica a Norma ASTM C-789

La sezione di questa guarnizione (CS-102) è 30x38 mm ed è dimensionata, una volta compressa di circa il

30%, per riempire quasi completamente il giunto, anche in presenza di tolleranze dimensionali non perfette;

abbinata alla guaina protettiva esterna (CS-212) garantisce un'ottima tenuta idraulica.

Di seguito elenchiamo le principali proprietà della giunzione:

- ☐ Realizzare in modo permanente un giunto flessibile perfettamente impermeabile.
- ☐ Capacità di lavorare in condizioni di basse e alte temperature CS 102 (-1° a 48°C), il CS 202 (-12° a 48°C).
- ☐ Eccellente adesione chimica e meccanica alla superficie di calcestruzzo.
- ☐ La sigillatura così eseguita non subirà nessun ritiro, indurimento o ossidazione nel tempo.
- ☐ In condizioni di calcestruzzo umido, freddo un primer a base solvente migliorerà l'azione di aggrappaggio della guarnizione sigillante permettendo un perfetto "incollaggio" della giunzione.

#### RESISTENZA IDROSTATICA

La guarnizione è conforme alle prescrizioni contenute nelle ASTM C-990 sezione 10.1 (Prestazioni richieste: 10 psi per 10 minuti in allineamento rettilineo).

#### SPECIFICHE

La guarnizione soddisfa e supera le richieste contenute nelle specifiche Federali SS-S-210 (210-A), AASHTO M-198B, ASTM C-990-91.

#### PROPRIETA' FISICHE

Spec. Requisiti CS-102 CS-202

Miscela di idrocarburi in % in peso ASTM D4 50% min. 51% 52%

% di carica inerte minerale in peso AASHTO T111 30% min. 35% 35%

% sostanze volatili in peso ASTM D6 2% max 1,2 1,2

Peso specifico a 77° F ASTM D71 1.15-1.50 1.25 1.20

Duttilità a 77° F ASTM D113 5.0 min. 10 12

Penetrazione cono a 77°F 150 gm 5 sec. ASTM D217 50-100 55-60 60-65

Penetrazione cono a 32°F 150 gm 5 sec. ASTM D217 40 mm 40-45 50-55

Punto di infiammabilità C.O.C. °F ASTM D92 350°F min. 450°F 425°F

Punto di incendio C.O.C. °F ASTM D92 375°F min. 475°F 450°F

#### PROVA AD IMMERSIONE

☐ Prova d'immersione 30 giorni: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di "soda caustica",

5% di acido cloridrico, 5% acido solforico e 5% solfato di idrogeno saturo.

☐ Prova d'immersione 1 anno: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di formaldeide, 5% di

acido formico, 5% acido solforico, 5% acido cloridrico, 5% solfuro di idrogeno e 5% idrossido di potassio.

### 1.2.20 TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE ED EPOSSICATRAMOSE

Potranno essere utilizzate vernici a base epossidica o epossicatramosa aventi una composizione quale risulta dalla seguente tabella, in cui sono riportate la percentuale minima, ottimale e massima dei diversi componenti.

	epossidiche			epossicatramose		
	min.	ott.	max	min.	ott.	max
Pece di catrame	--	--	--	15	--	30
Resine	25	--	40	25	--	30
Solvente	--	--	15	--	--	25
Carica e pigmenti	--	--	55	--	--	35

Tutti i componenti dovranno essere di buona qualità, in particolare la pece di catrame deve essere ricavata dalla distillazione del carbon fossile, e le cariche devono essere tali da migliorare, o comunque non peggiorare, le caratteristiche chimiche e meccaniche del prodotto.

Sulla composizione delle ceneri sono prescritti i seguenti limiti:

Silicati: min. 30%

Carbonati: max 20%

Solfati: max 20%.

Il rivestimento andrà applicato in due mani, su superfici ben spazzolate e prive di tracce di unto e grasso, sino a raggiungere uno spessore di 600 microns.

Se le superfici da trattare si presentano umide, le due mani di cui sopra dovranno essere precedute da una mano di imprimitura con prodotto emulsionabile in acqua tale da garantire la perfetta aderenza del rivestimento al supporto.

Le mani successive andranno applicate a pennelli; è ammesso l'uso delle pistole a spruzzo senza aria, ma solo su superfici già imprimate; per motivi igienici non è ammesso l'uso delle pistole ad aria.

Nel caso di trattamento applicato in opera, l'Appaltatore dovrà assumere tutte le misure di sicurezza necessarie, come la ventilazione dei condotti o dei locali di verniciatura, la protezione dei solventi da fiamme libere o scintille, etc.

Il condotto dovrà essere mantenuto libero da acqua sino a polimerizzazione completamente avvenuta.

Il materiale usato per il trattamento dovrà superare le prove sotto elencate da effettuarsi sia sul prodotto, sia in opera.

Prove sul prodotto: Andranno eseguite sia su rivestimento applicati a lamierini in acciaio, secondo le norme uni 4715/2, e lasciati indurire per 15 giorni a +20°C sia in opera a giudizio della D.L.

Prove chimiche

Consistono nella immersione, per la durata di 60 giorni, nelle seguenti soluzioni:

	Epossidiche		Epossicatrarnose	
	%	°C	%	°C
Acido acetico	10	60	8	35
Acido lattico	15	50	5	40
Acido cromico	5	40	1	20
Acido cloridrico	25	60	15	45
Acido fosforico	50	55	20	50
Acido nitrico	15	50	5	35
Acido solforico	50	55	20	50
Alcool etilico	100	50	100	25
Idrossido di sodio	50	50	15	70
Idrato di ammonio	10	45	10	40
Benzina avio	100	50	100	50
Aldeide formica	40	25	10	25
Detergenti sintetici	100	55	100	50
Idrogeno solforato	Sat.	50	Sat.	50
Cloruro di sodio	Sat.	55	Sat.	55
Cloruro di ammonio	Sat.	55	Sat.	50
Ipclorito di sodio	15	25	5	40

Spessore di prova 600 microns.

Al termine dell'immersione la superficie del prodotto si deve presentare integra e senza vescature.

Prova di degradazione microbica

Il trattamento, sottoposto a colture di microbatteri a 42°C per 30 g.. deve superare la prova senza denunciare segni di deterioramento. Le prove saranno eseguite sui seguenti ceppi Aspergillus niger IMAM Aspergillus flavus IMAM Sacc. Cerevisiae ATCC 9763 E. coli ATCC 10536 Pseudomonas aeruginosa. Spessore di prova 600 microns.

#### Prova di durezza

Si effettua secondo le norme UNI 7415/7 Spessore di prova 100 microns.

#### Prova di imbutitura

Si effettua con l'apparecchio di Erichsen, e deve dare una penetrazione minima di 4 mm prima della rottura del film di vernice. Spessore di prova 100 microns.

#### Prova di impermeabilità

Non si deve verificare alcuna alternazione né assorbimento d'acqua dopo immersione in acqua distillata a 20° per 15 giorni, secondo norme UNI 4715/15. Spessore di prova 100 microns.

#### Prova di resistenza all'usura

Il rivestimento dovrà presentare resistenza all'usura per sabbiatura misurata col sistema A.S.T.M. D 958-51 non inferiore a 800 litri di sabbia per millimetro di spessore. Spessore di prova 400 microns.

#### Prova di aderenza ai manufatti

Il rivestimento applicato dovrà fornire un valore di aderenza al manufatto non inferiore a 50 Kg/cm<sup>2</sup> da controllarsi in laboratorio su appositi provini che potranno essere prelevati dai manufatti già realizzati.

Inoltre verrà eseguita una prova di aderenza in situ mediante quadrettatura a scacchiera di almeno 100 quadratini di lato 1 mm. Perché il rivestimento venga accettato è necessario che almeno il 90% dei quadratini si mantenga aderente al supporto.

#### Prova di spessore

Si effettueranno misurazioni di spessore in opera in ragione di 1 ogni 500 mq di rivestimento realizzato. Per l'accettazione non si dovranno rilevare spessori inferiori a quelli prescritti di più del 10%.

Le prove potranno essere effettuate sia su provini opportunamente predisposti sia prelevabili da manufatti già in opera, a giudizio della D.L.

I lavoratori di prova saranno indicati dalla D.L. e tutte le spese necessarie per i predetti controlli saranno a totale carico della Ditta Appaltatrice.

Potranno essere utilizzate vernici a base epossidica o epossicatramosa aventi una composizione quale risulta dalla seguente tabella, in cui sono riportate la percentuale minima, ottimale e massima dei diversi componenti.

	epossidiche			epossicatramose		
	min.	ott.	max	min.	ott.	max
Pece di catrame	--	--	--	15	--	30
Resine	25	--	40	25	--	30
Solvente	--	--	15	--	--	25
Carica e pigmenti	--	--	55	--	--	35

Tutti i componenti dovranno essere di buona qualità, in particolare la pece di catrame deve essere ricavata dalla distillazione del carbon fossile, e le cariche devono essere tali da migliorare, o comunque non peggiorare, le caratteristiche chimiche e meccaniche del prodotto.

Sulla composizione delle ceneri sono prescritti i seguenti limiti:

Silicati: min. 30%

Carbonati: max 20%

Solfati: max 20%.

Il rivestimento andrà applicato in due mani, su superfici ben spazzolate e prive di tracce di unto e grasso, sino a raggiungere uno spessore di 300 microns.

Se le superfici da trattare si presentano umide, le due mani di cui sopra dovranno essere precedute da una mano di imprimitura con prodotto emulsionabile in acqua tale da garantire la perfetta aderenza del rivestimento al supporto.

Le mani successive andranno applicate a pennelli; è ammesso l'uso delle pistole a spruzzo senza aria, ma solo su superfici già imprimate; per motivi igienici non è ammesso l'uso delle pistole ad aria.

Nel caso di trattamento applicato in opera, l'Appaltatore dovrà assumere tutte le misure di sicurezza necessarie, come la ventilazione dei condotti o dei locali di verniciatura, la protezione dei solventi da fiamme libere o scintille, etc.

Il condotto dovrà essere mantenuto libero da acqua sino a polimerizzazione completamente avvenuta.

Il materiale usato per il trattamento dovrà superare le prove sotto elencate da effettuarsi sia sul prodotto, sia in opera.

Prove sul prodotto: Andranno eseguite sia su rivestimento applicati a lamierini in acciaio, secondo le norme uni 4715/2, e lasciati indurire per 15 giorni a +20°C sia in opera a giudizio della D.L.

Prove chimiche

Consistono nella immersione, per la durata di 60 giorni, nelle seguenti soluzioni:

	Epossidiche		Epossicatramose	
	%	°C	%	°C
Acido acetico	10	60	8	35
Acido lattico	15	50	5	40
Acido cromico	5	40	1	20
Acido cloridrico	25	60	15	45
Acido fosforico	50	55	20	50
Acido nitrico	15	50	5	35
Acido solforico	50	55	20	50
Alcool etilico	100	50	100	25
Iodossido di sodio	50	50	15	70
Idrato di ammonio	10	45	10	40
Benzina avio	100	50	100	50
Aldeide formica	40	25	10	25
Detergenti sintetici	100	55	100	50
Iodrogeno solforato	Sat.	50	Sat.	50
Cloruro di sodio	Sat.	55	Sat.	55
Cloruro di ammonio	Sat.	55	Sat.	50
Ipcloclorito di sodio	15	25	5	40

Spessore di prova 600 microns.

Al termine dell'immersione la superficie del prodotto si deve presentare integra e senza vescicature.

Prova di degradazione microbica

Il trattamento, sottoposto a colture di microbatteri a 42°C per 30 g.. deve superare la prova senza denunciare segni di deterioramento. Le prove saranno eseguite sui seguenti ceppi Aspergillus niger IMAM Aspergillus flavus IMAM Sacc. Cerevisiae ATCC 9763 E. coli ATCC 10536 Pseudomonas aeruginosa. Spessore di prova 600 microns.

Prova di durezza

Si effettua secondo le norme UNI 7415/7 Spessore di prova 100 microns.

Prova di imbutitura

Si effettua con l'apparecchio di Erichsen, e deve dare una penetrazione minima di 4 mm prima della rottura del film di vernice. Spessore di prova 100 microns.

Prova di impermeabilità

Non si deve verificare alcuna alternazione né assorbimento d'acqua dopo immersione in acqua distillata a 20° per 15 giorni, secondo norme UNI 4715/15. Spessore di prova 100 microns.

Prova di resistenza all'usura

Il rivestimento dovrà presentare resistenza all'usura per sabbiatura misurata col sistema A.S.T.M. D 958-51 non inferiore a 800 litri di sabbia per millimetro di spessore. Spessore di prova 400 microns.

#### Prova di aderenza ai manufatti

Il rivestimento applicato dovrà fornire un valore di aderenza al manufatto non inferiore a 50 Kg/cm<sup>2</sup> da controllarsi in laboratorio su appositi provini che potranno essere prelevati dai manufatti già realizzati.

Inoltre verrà eseguita una prova di aderenza in situ mediante quadrettatura a scacchiera di almeno 100 quadratini di lato 1 mm. Perché il rivestimento venga accettato è necessario che almeno il 90% dei quadratini si mantenga aderente al supporto.

#### Prova di spessore

Si effettueranno misurazioni di spessore in opera in ragione di 1 ogni 500 mq di rivestimento realizzato. Per l'accettazione non si dovranno rilevare spessori inferiori a quelli prescritti di più del 10%.

Le prove potranno essere effettuate sia su provini opportunamente predisposti sia prelevabili da manufatti già in opera, a giudizio della D.L.

I lavoratori di prova saranno indicati dalla D.L. e tutte le spese necessarie per i predetti controlli saranno a totale carico della Ditta Appaltatrice.

## **2 PRESCRIZIONI DI CARATTERE ESECUTIVO**

### **2.1 NORME DI CARATTERE GENERALE**

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle seguenti prescrizioni. Per le categorie dei lavori, che non si trovano descritte nel presente Capitolato ed annesso Elenco Prezzi e per le quali non siano state prescritte speciali norme, l'impresa dovrà eseguire i migliori procedimenti dettati dalla Tecnica, ed attenersi agli ordini che all'uopo la D.L. impartirà.

I lavori che per qualsiasi causa risultassero, subito o in tempo successivo, male eseguiti, dovranno essere rifatti a spese dell'Impresa senza nemmeno che sia necessaria la richiesta della D.L.; l'eventuale presenza in cantiere di un sorvegliante dell'Ente Appaltante non potrà essere invocata dall'Appaltatore a scarico della sua responsabilità.

L'Impresa, avuta la consegna, riferendosi ai capisaldi di progetto, effettuerà per prima cosa il tracciamento dell'opera apponendo i picchetti e le modine per l'asse, per le sezioni e per le opere d'arte, così da individuare eventuali discordanze dal progetto; a sua cura e spese i picchetti dovranno essere mantenuti fino all'ultimazione.

### **2.2 TRACCIAMENTI**

Subito dopo la consegna dei lavori, allo scopo di determinare con la maggiore esattezza possibile il programma delle opere da eseguire, l'Impresa dovrà verificare e se del caso integrare, a sua cura e spese, tutti i rilievi effettuati per la predisposizione del progetto esecutivo.

Sarà onere dell'Impresa provvedere alla realizzazione e conservazione di capisaldi di facile individuazione e del tracciamento e picchettazione delle aree interessate dalle opere da eseguire.

Prima di porre mano a lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire il picchettamento completo del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, all'inclinazione delle scarpate e alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure realizzare, nei tratti indicati dalla Direzione Lavori, apposite strutture provvisorie atte a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

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

E' altresì inteso che l'Appaltatore, prima di procedere con i lavori di scavo in genere o manomissione del corpo stradale, dovrà provvedere ad eseguire l'indispensabile coordinamento con gli enti gestori di servizi ubicati nel sottosuolo, in modo da individuarne esattamente la posizione in relazione ai lavori.

### **2.3 DEMOLIZIONI**

Prima di iniziare i lavori in oggetto l'Appaltatore dovrà accertare la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale.

Dovranno quindi essere interrotte le erogazioni interessate, la zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi ben individuati ed idoneamente protetti come tutte le zone soggette a caduta materiali; tutte le strutture pericolanti dovranno essere puntellate.

Le demolizioni procederanno in modo omogeneo evitando la creazione di zone di instabilità strutturale.

È tassativamente vietato l'impiego di mano d'opera sulle parti da demolire; nel caso in esame si dovrà procedere servendosi di appositi ponteggi indipendenti dalle zone di demolizione.

In fase di demolizione dovrà assolutamente evitarsi l'accumulo di materiali di risulta, sia sulle strutture da demolire che sulle opere provvisorie o dovunque si possano verificare sovraccarichi pericolosi.

I materiali di risulta dovranno perciò essere immediatamente allontanati o trasportati in basso con idonee apparecchiature ed evitando il sollevamento di polvere o detriti; sarà, comunque, assolutamente vietato il getto dall'alto dei materiali.

Le demolizioni, i disfacimenti e le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte, qualora, per mancanza di accorgimenti o per errore, tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto, a proprie spese, al ripristino delle stesse ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

## **2.4 SCAVI E RILEVATI**

Tutti gli scavi e rilevati occorrenti, provvisori o definitivi, incluse la formazione di cunette, accessi, rampe e passaggi saranno in accordo con i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni della direzione lavori.

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti.

Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà riutilizzato per eseguire argini e rilevati e si provvederà ad un idoneo deposito nell'area del cantiere.

Tutte le prove che la direzione dei lavori riterrà opportuno eseguire per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, saranno a carico dell'Appaltatore; l'Appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dalla Direzione dei Lavori. Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. - U.N.I. 10006/1963.

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti in modo conforme alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti ed eventualmente disposte dalla D.L.; dovrà inoltre essere posta particolare cura nello scavo di fossi, nello spianamento, nella esecuzione delle scarpate e nella profilatura degli argini.

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonchè gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli dei tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, le occorrenti ricariche, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della D.L., per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori dal cantiere, depositandole su aree che l'Appaltatore deve provvedere a sua cura e spese.

### ***scavi di sbancamento***

Gli scavi di sbancamento comprendono tutti gli scavi necessari per la bonifica, l'apertura o l'allargamento della sede stradale, per il taglio o la risagomatura di scarpate e banchine sia in trincea che in rilevato, per la formazione di cassonetti, nonché per l'apertura o l'approfondimento di cunette fossi, canali.

I materiali di risulta dagli scavi di sbancamento che, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, possono essere utilmente impiegati nella costruzione di rilevati, dovranno essere trasportati con mezzi idonei ai luoghi di utilizzo e posti in opera con le modalità esecutive riportate in appresso.

Con la esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà pure provvedere alla prima sagomatura degli scavi stessi secondo le sezioni esecutive, mentre la definitiva profilatura dovrà essere eseguita, di norma, in un secondo tempo.

La compattazione del piano di posa del sottofondo verrà eseguita mediante l'utilizzo di idonei mezzi meccanici in relazione alla natura del terreno.

### ***scavi per fondazioni***

Saranno considerati scavi per fondazioni quelli posti al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più basso del terreno naturale o di trincee e scavi preesistenti, a pareti verticali e sezione delimitata al perimetro delle fondazioni; verranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per fogne e condutture con trincee a sezione obbligatoria.

Le pareti degli scavi saranno prevalentemente verticali e, se necessario, l'Appaltatore dovrà



provvedere al posizionamento di puntelli e paratie di sostegno e protezione, restando pienamente responsabile di eventuali danni a persone o cose provocati da cedimenti del terreno i piani di fondazione dovranno essere perfettamente orizzontali e la direzione lavori potrà richiedere ulteriori sistemazioni dei livelli, anche se non indicate nei disegni di progetto, senza che l'Appaltatore possa avanzare richieste di compensi aggiuntivi.

Tutti gli scavi eseguiti dall'Appaltatore, per la creazione di rampe o di aree di manovra dei mezzi, al di fuori del perimetro indicato, non saranno computati nell'appalto e dovranno essere ricoperti, sempre a carico dell'Appaltatore, a lavori eseguiti.

Negli scavi per condotte o trincee che dovessero interrompere il flusso dei mezzi di cantiere o del traffico in generale, l'Appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, alla creazione di strutture provvisorie per il passaggio dei mezzi e dovrà predisporre un programma di scavo opportuno ed accettato dalla direzione lavori.

Per gli scavi eseguiti sotto il livello di falda su terreni permeabili l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'estrazione della stessa mediante opportuni sistemi.

Il fondo dello scavo dovrà essere tenuto costantemente asciutto e le operazioni di drenaggio dovranno essere eseguite con mezzi adeguati che l'appaltatore ha l'obbligo di tenere in stato di perfetta efficienza; tali mezzi dovranno avere le caratteristiche meccaniche, le portate e le prevalenze necessarie a garantire l'effettivo mantenimento dello stato richiesto per l'effettuazione dei lavori.

Sarà onere dell'appaltatore approntare, a sue spese, tutte le opere provvisorie per garantire il regolare deflusso delle acque di drenaggio e di superficie, comprese quelle meteoriche, in modo da evitare gli eventuali danni agli scavi già eseguiti od in corso di esecuzione. Tali opere, oltre a consentire un deflusso controllato delle acque sopraccitate, non dovranno arrecare danni od impedimenti allo svolgimento dell'intero cantiere.

#### ***rilevati***

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno, in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui al punto precedente, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della D.L., per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed eliminazione del materiale non ritenuto idoneo dalla D.L.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amministrazione appaltante.

Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e semprechè disponibili ed ugualmente ritenute idonee e previa la cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati, dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e trasportando fuori dalla sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente, o su terreno ad eclivio trasversale superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti circa cm. 30, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre del rilevato stesso e d'appoggio, affinché i rilevati abbiano le precise dimensioni prescritte, evitando in ogni caso la necessità di successive aggiunte di strati troppo sottili.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

Alla ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonchè configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Il costipamento sarà realizzato costruendo il rilevato in tratti di modesta altezza non eccedenti i 30-40 cm., rullando successivamente con rulli vibranti di peso adeguato fino al completo assestamento dello strato.

Il costipamento dei singoli strati sarà ottenuto servendosi, di regola:

- se il terreno è costituito prevalentemente di materiale ghiaioso o da sabbia grossa, di normali compressori a cilindri lisci o da piastre vibranti;
- se il terreno contiene più del 40% di fino, di costipatori a ruote gommate.

I materiali dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio.

Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente.

Il materiale dovrà essere posto in opera non nei periodi di gelo o su terreno gelato.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto o ordinati dalla D.L.

Per rilevati e rinterri si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietate in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da ricaricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare dal carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o in reinterro non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con ogni cura al momento della formazione dei suddetti rinterri.

E' vietato addossare terrapieni e murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o in perfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a totale carico dell'Appaltatore.

La verifica della compattazione dei rilevati verrà effettuata mediante l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico secondo le indicazioni fornite dalla Norma CNR BU N. 146 del 14 dicembre 1992. Il numero di prove sarà definito in corso dalla direzione lavori e saranno a totale carico dell'appaltatore.

Il modulo di deformazione al primo ciclo di carico, valutato nell'intervallo tensionale compreso tra 0.05 e 0.15 MPa, dovrà risultare non inferiore a 60 MPa; il rapporto tra il modulo valutato al primo ciclo di carico e quello al secondo non dovrà risultare inferiore a 0.50.

Nel caso s'ottenessero valori inferiori debbono essere messi in atto provvedimenti atti a migliorare le caratteristiche di portanza in relazione alle cause per le quali si possa attribuire la situazione.

## **2.5 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO**

### **GENERALITÀ**

#### **Impasti di Calcestruzzo**

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti. La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206-1.

### **Controlli sul Calcestruzzo**

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

La resistenza caratteristica del calcestruzzo dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

La qualità del calcestruzzo, è controllata dalla Direzione dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5. del D.M. 14 gennaio 2008.

### **Resistenza al Fuoco**

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

## **2.6 NORME PER IL CEMENTO ARMATO NORMALE**

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'*Impresa* dovrà attenersi a quanto contenuto nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 e nella relativa normativa vigente.

### **Armatura delle travi**

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

### **Armatura dei pilastri**

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di  $\frac{1}{4}$  del diametro massimo delle barre longitudinali.

### **Copriferro e interferro**

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

### **Ancoraggio delle barre e loro giunzioni**

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per barre di diametro  $\varnothing > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

## **2.7 RESPONSABILITÀ PER LE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO E CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO**

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'*Impresa* dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 14 gennaio 2008.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'*Impresa* dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'*Impresa* e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### **2.7.1 CASSERATURE PER OPERE IN CEMENTO ARMATO**

I casseri di contenimento dei getti potranno essere in legno (tavole o pannelli), in ferro, od altri materiali idonei allo scopo. Le casseforme dovranno essere solide, indeformabili ed atte a sopportare ogni sollecitazione sia durante che dopo il getto.

Le casseforme dovranno essere pulite e trattate con appositi prodotti che ne facilitino il disarmo. Negli angoli e spigoli sarà posto in opera uno smusso in PVC o legno per evitare la rottura degli stessi in fase di disarmo.

Le operazioni di disarmo dei casseri, il taglio e lo sfilaggio dei tiranti o delle legature non dovranno provocare danni e screpolature sulla superficie finita del getto, o provocare cedimenti.

Le casseforme saranno contabilizzate in base all'area (in metri quadrati) delle superfici bagnate dai getti, per qualsiasi superficie da casserare, sia retta che curva o sagomata. L'area sarà desunta dai disegni di progetto: dalla superficie totale delle casseforme saranno dedotti i condotti e/o le aperture passanti con area superiore a  $0,25 \text{ m}^2$ .

I prezzi di Elenco includono ogni onere relativo, ed in particolare:

- l'armo ed il disarmo delle casseforme;
- lo sfrido e la perdita di materiali;
- le eventuali centinature e/o ponteggi;
- le finiture superficiali a vista, se previste.

### **2.7.2 FERRO PER CEMENTO ARMATO**

Le armature metalliche saranno realizzate con barre d'acciaio ad aderenza migliorata, prive di difetti, ed alterazioni e dovranno corrispondere alle leggi e normative vigenti. E' fatto divieto impiegare acciai non qualificati all'origine, il produttore dovrà accompagnare tutte le spedizioni con un proprio certificato di controllo.

L'acciaio verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio ed alle liste dei ferri preparati dall'*Impresa*, e presentati alla *Committente* per l'approvazione con almeno 15 giorni di anticipo sulla data dei getti cui si riferiscono.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio, in plastica o altri, che garantiscano l'esatto posizionamento dei ferri e la sufficiente distanza fra le casseforme ed il ferro di armatura (copriferro). Le barre dovranno essere pulite, prive di ruggine ed esenti da residui di tinta o di oli che possano pregiudicarne l'aderenza.

### **Modalità di misurazione**

Il peso dell'acciaio per C.A. verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra e moltiplicando per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali dell'UNI.

Il peso dei manufatti in ferro in genere verrà determinato sulla base dei certificati rilasciati da pesi pubbliche, oppure calcolando il peso con mezzi analitici considerando il peso specifico del ferro pari a  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

Non saranno contabilizzate le sovrapposizioni non necessarie ed il ferro utilizzato per convenienza dell'*Impresa*, non previsto nei disegni esecutivi sottoposti per l'approvazione.

### **Esecuzione dei getti**

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura a regola d'arte dopo aver preparato accuratamente e rettificato i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire, conformi ai particolari costruttivi ed alle prescrizioni della *Direzione Lavori*. Si avrà cura di prevenire che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri.

Nei lavori che richiedessero giunti di dilatazione o di ritiro, l'*Impresa* è tenuta ad eseguirli nella posizione di progetto e comunque secondo le prescrizioni della *Direzione Lavori*.

La produzione e il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di  $0^\circ\text{C}$  salvo diverse disposizioni che la *Direzione Lavori* potesse dare volta per volta, prescrivendo in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

L'esecuzione dei getti dovrà essere realizzata in modo da assicurare una posa continua, il calcestruzzo sarà gettato a strati di altezza non superiore a 50 cm, curando in particolare per il getto di strutture sottili che ogni zona delle casseforme sia riempita di impasto. Il calcestruzzo, una volta in opera, dovrà essere costipato alla massima densità mediante vibrator ad immersione, impiegati verticalmente, che dovranno penetrare per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato di calcestruzzo gettato precedentemente.

A getto avvenuto, il calcestruzzo dovrà essere mantenuto umido per almeno 8 giorni, e protetto adeguatamente dall'azione del sole, vento o gelo.

### **Finiture dei calcestruzzi e tolleranze**

Le superfici dei calcestruzzi, a disarmo avvenuto, dovranno risultare lisce e di getto compatto, omogenee, senza vespai e perfettamente regolari.

I tiranti e le legature di ancoraggio delle casseforme saranno tagliati ad almeno 1 cm dalla superficie a vista, e la parte scalpellata per il taglio dovrà essere sigillata con malta di cemento.

Tutte le superfici a vista non dovranno presentare irregolarità superficiali superiori a 3 mm se brusche, ed a 6 mm se graduali.

L'*Impresa* dovrà eseguire le strutture come indicato nei disegni di progetto con le seguenti tolleranze dimensionali:

- deviazione dalla verticale: 1 cm su 2 metri, e comunque 3 cm come massimo;
- deviazione dalle pendenze prescritte, ed errori di orizzontalità: 1 cm in 4 m, e 2 cm come massimo.

Le opere o elementi strutturali che presentino, rispetto alle dimensioni di progetto, differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o, se necessario demolite e ricostruite, a spese dell'*Impresa*.

Nelle strutture in C.A. non viene detratto il volume del ferro di armatura.

Dal volume totale saranno dedotti i volumi corrispondenti a condotti con sezione trasversale superiore a  $0,15 \text{ mq}$  ed aperture o cassonetti con volumetria superiore a  $0,25 \text{ mc}$ .

I ferri di armatura e le casseforme verranno contabilizzate a parte applicando i prezzi di elenco.

## **2.7.3 CONGLOMERATI CEMENTIZI PREFABBRICATI**

### **2.7.3.1 POZZETTI E CAMERETTE PREFABBRICATI**

I pozzetti di ispezione e le camerette speciali realizzati con elementi prefabbricati corrisponderanno ai tipi e avranno le dimensioni risultanti dalle specifiche tecniche allegate al Capitolato o prescritte dal progetto.

Gli elementi prefabbricati di base saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo magro o in materiale inerte a giudizio della *Direzione Lavori*; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alle livellette di posa delle canalizzazioni.

Le altezze previste saranno raggiunte con la posa di elementi di prolunga modulari o monolitici aventi sezione interna uguale alla base o con cono di riduzione.

Le lastre di copertura saranno dotate di idonea apertura per il passo d'uomo sulla quale installare il chiusino; per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche rispetto alla pavimentazione stradale, il dispositivo di chiusura potrà essere posato su anelli raggiunti quota dello spessore occorrente.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati tra loro dovranno essere sagomati sia nel maschio che nella femmina e saranno realizzati con malta cementizia, preferibilmente di tipo idraulico, o mediante anello di tenuta in gomma sintetica, anche incorporato nel getto durante la produzione, o mediante resina espansa elastica autoadesiva, secondo quanto prescritto per i diversi impieghi richiesti.

L'assemblaggio dei vari elementi dovrà essere perfettamente allineato sulla verticale delle pareti.

I fori di innesto e/o passaggio delle tubazioni dovranno essere realizzati con cura, delle dimensioni minime necessarie, e successivamente stuccati internamente ed esternamente con malte adeguate, anche speciali per garantire la perfetta tenuta idraulica.

I dispositivi di discesa e di risalita, qualora previsti, saranno realizzati in ghisa sferoidale o acciaio inox e dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia.

Le lastre di copertura, di spessore idoneo a resistere con adeguato coefficiente di sicurezza ai carichi di 1° categoria, saranno dotate di idonea apertura per il passo d'uomo. La botola, normalmente in ghisa, potrà essere posizionata direttamente sulla lastra di copertura oppure sopra appositi anelli distanziatori aventi la forma richiesta, in modo che la quota superiore della botola di ghisa coincida con la quota del piano stradale.

### **2.7.3.2 POZZETTI E CAMERETTE PER RETI FOGNARIE A GRAVITÀ**

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.

I pozzetti di ispezione e le camerette in genere per le reti fognarie con scorrimento a gravità dovranno avere l'elemento di base con fori di innesto delle tubazioni predisposti all'atto della prefabbricazione.

Nel caso dei manufatti realizzati in opera, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozzetto, eventualmente prescritte.

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale.

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1% e il 2% delle dimensioni nominali.

I fori dovranno essere dotati di appositi pezzi speciali (*manicotti, innesti, ecc.*), con superficie esterna ruvida per una migliore aderenza al calcestruzzo, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o ad incastro, secondo il tipo di tubazione posata.

Dopo avere realizzato il sottofondo di appoggio, l'elemento di base dovrà essere posato perfettamente allineato con la tubazione.

La tubazione verrà quindi innestata, previa lubrificazione, nell'apposito foro con interposizione di un anello di tenuta in gomma per la sigillatura elastica.

I collegamenti delle tubazioni ai manufatti dovranno essere appositamente articolati, per evitare sollecitazioni di taglio, consentendo gli assorbimenti di eventuali assestamenti tra le condotte e i manufatti stessi.

Allo scopo di favorire tali spostamenti differenziali, il *Direttore dei Lavori*, qualora non previsto in progetto, potrà richiedere che i collegamenti delle tubazioni in entrata e in uscita al manufatto vengano realizzati con barre di lunghezze ridotte (*da 50 a 100 cm*), per potere meglio utilizzare nei movimenti anche le due articolazioni formate dai giunti immediatamente a monte e a valle del manufatto.

L'elemento di base dovrà essere dotato di canaletta sagomata sul fondo; la cunetta e le banchine laterali interne saranno rivestite rispettivamente con pezzi speciali semicircolari (*fondelli*) e piastrelle di grès ceramico o con malta polimerica costituita da una miscela di resina poliestere, inerti selezionati di porfido o quarzo, filler ed idonei reagenti, di spessore minimo di cm 2.

Le superfici interne delle pareti dei pozzetti dovranno essere interamente protette con applicazione di prodotti epossidici anticorrosivi ed eventualmente, anche impermeabilizzanti.

Tutti i collegamenti tra i vari elementi prefabbricati componenti il manufatto (*elemento di base, prolunghe, soletta di copertura*), nonché gli innesti delle tubazioni, dovranno risultare a perfetta tenuta idraulica.

Le presenti prescrizioni, in quanto applicabili, valgono anche per i manufatti in conglomerato cementizio e in muratura realizzati in opera.

Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

### **2.7.3.3 DISPOSITIVI DI CHIUSURA E CORONAMENTO**

La posa in opera di chiusini, botole e griglie dovrà essere eseguita a regola d'arte; la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita ed inumidita con acqua, ed il telaio dovrà posare su un letto di malta di cemento adeguatamente ricalzato su tutto il perimetro.

Il definitivo bloccaggio dovrà essere eseguito con il ripristino della pavimentazione esistente e, a lavoro finito, la parte superiore del chiusino o della botola dovrà trovarsi a perfetto piano con la pavimentazione stradale finita.

I chiusini, botole e griglie non potranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla posa.

## **2.7.4 STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO**

### **GENERALITÀ**

Con struttura prefabbricata si intendono i componenti prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute D.M. 14 gennaio 2008, nonché nella Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Componenti di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica. Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1972, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione tecnica presso l'ufficio regionale competente ai sensi della vigente legislazione in materia.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 e 11.8.5 del D.M. 14 gennaio 2008.

Comunque per i controlli sui componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ci si atterrà a quanto previsto nel punto 11.8 del D.M. 14 gennaio 2008.

## 2.7.5 FERRO LAVORATO E FERRAMENTA

I ferri tondi o profilati per telai, controtelai, botole, scale; le travi a doppio T, il ferro tubolare per ringhiere, le lamiere, le maniglie, le serrature, dovranno essere della migliore qualità.

Tutti i lavori in ferro saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo del ferro stesso a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della sua posa in opera, con pesatura fatta in contraddittorio ed a spese dell'*Impresa*, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori, con particolare attenzione nelle saldature. I fori saranno eseguiti tutti col trapano, le chiodature, ribattiture, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione.

L'*Impresa* sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi, ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo essa responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

Nei prezzi dei lavori in ferro è compreso ogni onere per:

- l'esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, e le successive suggellature con malta di cemento;
- la coloritura con minio, il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso e tutto quanto è necessario per dare i lavori compiuti in opera, a qualsiasi altezza.

## 2.8 MICROPALI

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

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'*Impresa*, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

$\gamma$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.



## 2.8.1 TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm.

## 2.8.2 TRACCIAMENTO

10. Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

*Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.*

## 2.8.3 ARMATURA

*Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.*

### **Armatura con barre di acciaio per c.a.**

*Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al punto 2.3.1.*

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

### **Armature tubolari**

*Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.*

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

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8$  mm) allo scopo di

asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5$  mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

### **Armature con profilati in acciaio**

*Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.*

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

### **Malte e miscele cementizie**

*Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.*

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a :

$$R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad  $1 \text{ m}^3$  di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua	:	600 kg
cemento	:	1200 kg
additivi	:	10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$$\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad  $1 \text{ m}^3$  di prodotto finito:

acqua	:	300 kg
cemento	:	600 kg
additivi	:	5 ÷ 10 kg
inerti	:	1100 ÷ 1300 kg

## **2.8.4 MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE**

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

### **Formazione del fusto del micropalo**

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 3.3.3.4.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di  $12 \div 24$  ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di  $12 \div 24$  ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione :  $\approx 100 \text{ bar}$
- portata max :  $\approx 2 \text{ m}^3/\text{ora}$
- n. max pistonate/minuto :  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

## 2.8.5 MICROPALI CON RIEMPIMENTO A GRAVITÀ O A BASSA PRESSIONE

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 2.8.4

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni di cui al punto 2.8.4 si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

## 2.8.6 PROVE DI CONTROLLO

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di preconfezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 5.3.1 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei preforni, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b) in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico (vedi punto 5.3.1.1) e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel punto 2.6 della sezione "gallerie" del presente Capitolato.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento  $2.65 \text{ g/cm}^3$  quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.