E. O. Ospedali Galliera - Genova

Mura delle Cappuccine, 14 - I 16128 Genova
Tel. +39.010.56321 - Fax. +39.010.5632018 - E-mail: ezio.bruno.urbina@galliera.it
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO : Ing. Ezio Nicolàs Bruno Urbina

ENTI

☐ CAPOGRUPPO ARCHITETTURA

PINEARQ S.L.U.P.

Mare de Déu de la Salut, 40 - I 08024 Barcellona (Spagna)
Tel. +34.93.2106819 - Fax. +34.93.2100214 - E-mail: pinearq@pinearq.com
RESPONSABILE DEL PROGETTO: Arch. Albert De Pineda Alvarez

COL- LEGI D'ARQUITECTES DE CATALUNYA
(Barcellona) num. 10662/3

☐ ARCHITETTURA

OBR Open Building Research S.r.l.

Piazza San Matteo, 15 - I 16123 Genova
Tel. +39.010.2518456 - Fax. +39.010.2479469 - E-mail: info@obr.eu
RESPONSABILE DEL PROGETTO: Arch. Paolo Brescia, Arch. Tommaso Principi

☐ COORDINAMENTO PROGETTAZIONE
ARCHITETTURA
IMPIANTI
AMBIENTE
PREVENZIONE INCENDI

STEAM S.r.l.

Via Venezia, 59/15C - I 35131 Padova
Tel. +39 049 8691111 - Fax. +39.049.8691199 - E-mail: info@steam.it
RESPONSABILE DEL PROGETTO: Ing. Mauro Strada

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
PROV. ING. M. STRADA N. 1119

☑ COORDINAMENTO RAPPORTO ENTI
STRUTTURE
SICUREZZA
AMBIENTE

D'Appolonia S.p.A.

Via San Nazaro, 19 - I 16145 Genova
Tel. +39.010.3628148 - Fax. +39.010.3621078 - E-mail: dappolonia@dappolonia.it
RESPONSABILE DEL PROGETTO: Ing. Andrea Del Grosso

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing. ANDREA DEL GROSSO N. 3611

PROGETTO

Nuovo Ospedale Galliera

FASE

PROGETTO PRELIMINARE

TITOLO ELABORATO

Capitolato speciale prestazionale

COD. COMMESSA	TIPO ELABORATO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
12GH09	d	PR	S	0002	00

IDENTIFICAZIONE FILE	SCALA	EMESSO	DATA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
12GH09PRdS0002-00.doc		D'APPOLONIA	Maggio 2010	C. Morassi	F.Tavaroli	A. Del Grosso

REVISIONI:

NUMERO	DATA	OGGETTO	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	Maggio 2010	Prima emissione progetto preliminare	C.Morassi	F.Tavaroli	A. Del Grosso

00	Maggio 2010	Emissione progetto preliminare	C. Morassi	F. Tavaroli A. Tomarchio	A. Del Grosso
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

INDICE

1.	INTRODUZIONE GENERALE	4
2.	QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI	4
2.1	DESCRIZIONE MATERIALI	4
2.1.1	ACQUA	4
2.1.2	LEGANTI	4
2.1.3	INERTI	6
2.1.4	CALCESTRUZZI A PRESTAZIONE GARANTITA E CLASSI DI LAVORABILITÀ	6
2.1.5	ADDITIVI	7
2.1.6	ARMATURE PER CALCESTRUZZO, ACCIAI PER STRUTTURE, MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	7
2.1.6.1	MATERIALI FERROSI	7
2.1.6.2	ACCIAI PER ARMATURE	8
2.1.6.3	ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE	9
3	SISTEMAZIONI DEI TERRENI E DEMOLIZIONI	10
3.1	RIMOZIONI E DEMOLIZIONI	10
3.2	NORME GENERALI	10
3.3	DISCARICHE NORMALI E SPECIALI	11
3.4	OPERE PROPEDEUTICHE E OPERE DI CANTIERE	11
3.5	BONIFICA E SMALTIMENTO MATERIALI CONTENENTI AMIANTO	12
4	SCAVI E RINTERRI	12
4.1	MODALITA' DI ESECUZIONE	13
4.1.1	SCAVI ALL'APERTO	13
4.1.2	SCAVI GENERALI O DI SBANCAMENTO	14
4.1.3	SCAVI A SEZIONE RISTRETTA OD OBBLIGATA	14
4.1.4	SCAVI DI FONDAZIONE	15
4.1.5	FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA	15
4.1.6	RINTERRI	15
4.1.6.1	RILEVATI CON MATERIALE MISTO DI CAVA	16
4.1.6.2	SOTTOFONDI CON MISTO GRANULARE STABILIZZATO	16
4.2	PROVE E ACCETTAZIONI	17
5	STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO	17
5.1	NORMATIVE	18
5.1.1	NORME RELATIVE AI METODI DI PROVA SUI CLS	19
5.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	20
5.2.1	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO	20
5.2.2	CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO	21
5.3	MODALITA' DÌ ESECUZIONE	21
5.3.1	IMPASTI E COMPOSIZIONE	22
5.3.2	RESISTENZE DEI CALCESTRUZZI	22
5.3.3	CONFEZIONE E TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO	23
5.3.4	POSA IN OPERA	23
5.3.5	CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI	25
5.3.6	CASSEFORME E DISARMO	26
5.3.7	ARMATURE METALLICHE	27
6	pall TRIVELLATI	27

6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 27
6.2 MODALITA' DI ESECUZIONE 27
PALI TRIVELLATI AD ELICA 29
6.3 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI 29
6.4 MATERIALI 30
6.5 TOLLERANZE GEOMETRICHE 33
6.6 TRACCIAMENTO 33
6.7 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO 33
6.8 CONTROLLO 35
7 TIRANTI DI ANCORAGGIO..... 39
7.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 40
7.2 ELEMENTI COSTITUTIVI DEL TIRANTE 40
7.3 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI 41
7.4 SOGGEZIONI GEOTECNICHE, IDROGEOLOGICHE E AMBIENTALI 41
7.5 MATERIALI E ELEMENTI COSTRUTTIVI 42
7.5.1 ACCIAI 42
7.5.2 DISPOSITIVI DI BLOCCAGGIO 42
7.5.3 PIASTRE DI RIPARTIZIONE 42
7.6 TOLLERANZE GEOMETRICHE 43
7.7 PERFORAZIONE 43
7.8 ALLESTIMENTO DEL TIRANTE 44
7.8.1 CEMENTAZIONE DI PRIMA FASE 45
7.8.2 INIEZIONI SELETTIVE A PRESSIONE E VOLUME COSTANTE 45
7.8.3 CARATTERISTICHE DEGLI INIETTORI 46
7.9 ELEMENTI DI PROTEZIONE 46
7.10 TESATURA E COLLAUDO 46
8 SOLAI E PARTIZIONI ORIZZONTALI..... 47
8.1 DISPOSIZIONI NORMATIVE 48
8.2 SOLAIO A PIASTRA BIDIREZIONALE ALLEGGERITA CON ELEMENTI IN HDPE 48
9 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA 49
9.1 PRESCRIZIONI E ONERI GENERALI 49
9.1.1 PROGETTO DELLE STRUTTURE 49
9.1.2 QUALITÀ E MARCATURA DEI MATERIALI 50
9.2 DEFINIZIONE DELLE OPERE 50
9.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE 51
9.3.1 LAVORAZIONI IN OFFICINA 51
9.3.2 TRATTAMENTI SUPERFICIALI 52
9.3.3 CICLO DI VERNICIATURA DEI PROFILI METALLICI 53
9.3.4 MONTAGGIO 54
9.4 CONTROLLI E ACCETTAZIONI 55

1. INTRODUZIONE GENERALE

Il presente disciplinare tecnico, descrittivo e prestazionale definisce le caratteristiche dei materiali e le modalità di esecuzione dei lavori per le opere strutturali previste nel progetto preliminare per il Nuovo Ospedale Galliera.

In generale le opere dovranno essere eseguite sulla base della normativa vigente.

2. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano ai requisiti qualitativi e prestazionali di seguito indicati.
Nel caso di prodotti industriali, la rispondenza delle forniture ai requisiti richiesti, sarà comprovata per mezzo di attestati di conformità corredati da idonea documentazione e/o certificazione rilasciati dal produttore. I materiali dovranno provenire da produttori di provata capacità e serietà in grado di assicurare forniture con caratteristiche costanti.
I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.
In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.
Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

2.1 DESCRIZIONE MATERIALI

2.1.1 ACQUA

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali in percentuali dannose, in particolare per solfati e cloruri, e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

2.1.2 LEGANTI

Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali
L'approvvigionamento dei leganti potrà avvenire sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini.
L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti; la conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname appositamente approntati a cura dell'Impresa.

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.
Calci
Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2231, che prende in considerazione i seguenti tipi di calce:

- la calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;
- le calci idrauliche, che dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici") nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche");
- le caratteristiche chimico fisiche dovranno essere conformi alla norma tecnica UNI EN 459-1.

Cementi e agglomerati cementizi

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche.
Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.; le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. del 3 giugno 1968 e dal D.M. 20.11.1984.
A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del 9 marzo 1988, n. 126 ("Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi") (dal 11.3.2000 sostituito dal D.M. Industria 12 luglio 1999, n.314), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (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 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. 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.

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 dal R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2230.

Leganti idraulici speciali:

I cementi a presa rapida, dovranno rispondere alle sopraindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dall'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e, gli sfridi, a presa avvenuta, dovranno essere portati a rifiuto.
I cementi privi di ritiro, costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:

- assenza di ritiro sia in fase plastica che in fase d'indurimento (UNI 6555)
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm.;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123/72);

- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (UNI 10020/72);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI 6132/72, 6235/72, 6556).

Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi dovranno essere trasportati a rifiuto.
L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

2.1.3 INERTI

Gli inerti da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. LL 14 gennaio 2008.
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.
Ghiaia e pietrisco
La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.
Le dimensioni dovranno essere sempre compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato. Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.
Sabbia
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%. L'Appaltatore dovrà inoltre mettere a disposizione della Direzione Lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla norma UNI 2332-1.
La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.
Nella composizione delle malte, per sabbie ordinarie si intenderanno quelle in cui i grani passano attraverso lo staccio avente fori circolari di due millimetri di diametro.
La sabbia utilizzata per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'All. 1 del D.M. 3 giugno 1968, dall'All. 1 p.to 1.2. D.M. 9 gennaio 1996 e dal D.M. LL. 14 gennaio 2008.
La sabbia utilizzata per le murature dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2, UNI 2332-1.
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.
Nella composizione delle malte da intonaco e raffinamenti di superfici, le sabbie saranno costituite da granuli di diametro non superiore ad un millimetro per gli strati grezzi.
La sabbia utilizzata per gli intonaci, le stuccature e le murature a faccia vista dovrà avere grani passanti attraverso lo staccio 0,5, UNI 2332-1.

2.1.4 CALCESTRUZZI A PRESTAZIONE GARANTITA E CLASSI DI LAVORABILITÀ

Nel caso in cui il cemento sia approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità; l'immagazzinamento del cemento nei silos deve essere effettuato senza miscelare tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.
Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dai cementifici prescelti, a fornire cemento per il quantitativo previsto, ed in corrispondenza ai requisiti chimici e fisici di legge.
Le prove su legante dovranno essere ripetute su di una partita, qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle sue qualità.

2.1.5 ADDITIVI

Gli additivi per calcestruzzi e malte sono sostanze chimiche che, aggiunte in piccole dosi agli impasti, hanno la capacità di modificarne le proprietà.
In base a normative UNI specifiche, gli additivi per impasti cementizi sono classificati in funzione delle caratteristiche prestazionali di seguito elencate:

- fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo- superfluidificanti.

L'appaltatore dovrà fornirli nei contenitori originali sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso ed avrà l'obbligo di miscelarli alle malte, nei rapporti prescritti, in presenza della D.L..
In relazione alla tipologia di appartenenza, gli additivi dovranno possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (Fluidificanti 7102, superfluidificanti 8145, agenti espansivi non metallici 8146) e dal D.M. 26.03.1980.
I fluidificanti ed i superfluidificanti se utilizzati come "riduttori d'acqua" dovranno consentire una consistente riduzione del dosaggio d'acqua, mantenendo inalterata la lavorabilità dell'impasto, pari ai seguenti valori:

- fluidificanti su malta 6%
- fluidificanti su calcestruzzi 5%
- superfluidificanti su malta 10%
- superfluidificanti su calcestruzzi 10%

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norma secondo i criteri dell'art. 6.

2.1.6 ARMATURE PER CALCESTRUZZO, ACCIAI PER STRUTTURE, MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

2.1.6.1 MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglia e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore. In particolare, a seconda delle diverse modalità di impiego, i materiali stessi (acciaio tondo in barre, liscio o ad aderenza migliorata per c.a., acciaio in barre, fili o trefoli per c.a. precompressi, piatti o profilati per strutture metalliche ecc.) dovranno essere conformi a tutte le norme di cui al D.M.LL. PP. 14/01/2008 e successive modificazioni ed integrazioni.
Designazione, definizione e classificazione sono conformate dalle seguenti normative:

- UNI EN – 10020 Definizione e classificazione dei tipi di acciaio
- UNI EU 27 Designazione convenzionale degli acciai
- UNI 7856 Ghise gregge. Definizioni e classificazioni.
- ISO J083 Ghisa a grafite sferoidale. Classificazione.

Come acciai si definiranno i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separerà dalle ghise definite dalla UNI 7856 sopra richiamata.
Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 in precedenza richiamato, saranno rispettate le norme di unificazione contenute negli argomenti e nei sub argomenti di cui alla classifica UNI.

2.1.6.2 ACCIAI PER ARMATURE

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare esplicativa.
Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicarne l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. Essi inoltre dovranno essere controllati in stabilimento. E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.
Le relative forniture debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi nonché dotate di marchiatura da cui risulti il riferimento allo stabilimento produttore, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. La data del certificato deve essere non inferiore a tre mesi ha quella di spedizione.
I controlli in cantiere sono obbligatori. Essi saranno riferiti ai gruppi di diametri definiti dal D.M. citato ed effettuati con il prelevamento di tre spezzoni marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di ciascuna partita di comune provenienza. Le prove, da eseguirsi presso un Laboratorio Ufficiale, accerteranno la resistenza e la duttilità del materiale. Eventuali risultati anomali, saranno dal Direttore dei Lavori comunicati sia al Laboratorio Ufficiale incaricato in stabilimento, sia al Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP.

Acciaio per barre tonde lisce e ad aderenza migliorata
Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21 (parzialmente sostituita da UNI EN 10204). Il prelievo dai campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI 6407 salvo quanto stabilito al punto 2.2.8.2., Parte 1a, del Decreto citato. Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato alle EN 10002/la (1990), UNI 564 ed UNI 6407, salvo indicazioni contrarie o complementari.

<u>Acciaio per armature B450C</u>, laminato a caldo
Barre ad aderenza migliorata in acciaio:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450$ MPa
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540$ MPa
- Valore minimo di k=(ft / fy): $1.15 \leq k \leq 1,35$
- Tensione di snervamento nominale (fy / fy, nom)k: ≤ 1.25
- Deformazione caratteristica al carico massimo: $\varepsilon_{uk} \geq 7.5\%$
- Modulo di elasticità Es: 200GPa

Le barre inoltre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma CNR UNI 10020 71
<u>Acciaio in fili lisci o nervati</u>
I fili lisci o nervati di acciaio trafilato di diametro compreso fra 5 e 12 mm, dovranno corrispondere, per l'impiego nel calcestruzzo armato, alle proprietà indicate all'interno delle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14.01.2008).

Reti di acciaio elettrosaldate

Dovranno avere fili elementari compresi fra 5 e 12 mm e rispondere altresì alle caratteristiche riportate nel D.M.LL.PP. 14 gennaio 2008.
Acciai per cemento armato precompresso
Gli acciai per armature da precompressione potranno essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), su bobine (trefoli) ed in fasci (barre). I fili dovranno essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m, non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore dovrà indicare il diametro minimo di avvolgimento. Ciascun rotolo di filo (liscio, ondulato, con impronte) dovrà essere esente da saldature: Sono ammesse le saldature sui fili componenti le trecce effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché le saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate. Dovranno comunque essere rispettare le prescrizioni di cui al punto 2.3., Parte 1, delle "Norme tecniche" (D.M. 14.01.2008), nonché le altre disposizioni che, in materia, venissero successivamente emanate.

2.1.6.3 ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

I materiali da impiegare per la realizzazione di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. La progettazione strutturale è inoltre soggetta al rispetto dell'Eurocodice 3 per le strutture in acciaio e all'Eurocodice 4 per le strutture miste acciaio, calcestruzzo.
Gli acciai di uso generale da impiegare, saranno laminati a caldo in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi, anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo, e dovranno essere del tipo S235, del tipo S275 o del tipo S355 definiti, come classificati dalle norme UNI EN 1993-1-1 e UNI EN 10025-2:g

Tipologia acciaio		**Spessore nominale dell'elemento t [mm]**			
		t ≤ 40 mm		**40 mm < t ≤ 80 mm**	
Classe di Resistenza	**Classe di Resilienza**	**fy [MPa]**	**fu [MPa]**	**fy [MPa]**	**fu [MPa]**
S 235	JR	235	360	215	360
S 275	JR	275	430	255	410
S 355	JR	355	510	335	470
S 355	J0	355	510	335	470

Sono richieste anche le seguenti caratteristiche:
- rapporto fra tensione di rottura e tensione di snervamento $f_u / f_y \geq 1.10$;
- deformazione di rottura $\varepsilon u \geq 15\ \%$;
- rapporto tra le deformazioni di rottura e di snervamento $e\varepsilon u \geq 15\varepsilon$ (con $\varepsilon y = fy / E$).

La classe di resilienza dell'acciaio è definita secondo le indicazioni contenute nell'Eurocodice 3, parte 1-10.
Per i profilati cavi, oltre agli acciai S235, S275 e S355 nei gradi B, C, D delle UNI 7806 e 7810, rientrano anche altri tipi purché rispondenti alle caratteristiche di cui al prospetto 2 -1 del punto 2.1.1.2 DELLE "NORME TECNICHE".

Bulloni per carpenteria metallica
Bulloni ad alta resistenza con viti di classe 8.8 e 10.9. Dadi e rosette associati secondo prescrizioni Eurocodice 3, parte 1-8.
Profilati, barre e larghi piatti di uso generale

Saranno conformi alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione: UNI EN 10163/1/2/3. Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore.

3 SISTEMAZIONI DEI TERRENI E DEMOLIZIONI

3.1 RIMOZIONI E DEMOLIZIONI

Prima di dare inizio alle operazioni di sradicamento delle ceppaglie, della rimozione di tutti gli arbusti e della vegetazione presente nell'area oggetto di intervento e di scotico (opere tutte comprese nell'appalto, anche se non espressamente indicate) si procederà alle demolizioni di eventuali trovanti e manufatti di qualsiasi genere e dimensione esistenti sul terreno dell'insediamento o in corrispondenza del quale è prevista la realizzazione di opere in progetto, provvedendo al carico e trasporto a discarica dei materiali di risulta non ritenuti idonei per successivi impieghi, previa autorizzazione della D.A./D.L.
Le operazioni di demolizione previste per tutti gli edifici oggetto di disfacimento, saranno eseguite, a cura e spese dell'Appaltatore, nella completa totalità dell'opera. Saranno cioè demolite:

- tutte le opere di finitura;
- coperture e scossaline;
- strutture portanti e non;
- serramenti;
- fondazioni sia di superficie che profonde;
- sottoservizi;
- tutte le parti che costituiscono gli edifici;
- eventuali corpi limitrofi l'edificio.

Onere a carico del concessionario saranno inoltre :

a. eventuali attività ed oneri riferiti allo sgombero degli ambienti e locali oggetto di demolizione;
b. .eventuali attività ed oneri di "messa a freddo" dei fabbricati oggetto di demolizione da tutti gli allacciamenti esistenti.
c. l'eventuale sgombero e smaltimento a discarica autorizzata degli arredi e/o suppellettili presenti nei fabbricati esistenti che saranno oggetto di demolizione.

Il Concessionario dovrà inoltre ottenere tutti gli eventuali permessi prima di procedere alle demolizioni, quali ad esempio Soprintendenza, enti erogatori acqua, gas, etc.

3.2 NORME GENERALI

L'Appaltatore deve porre in opera tutte le opere provvisionali di sostegno del terreno: protezioni, sbadacchiature, rinforzi e puntelli che si rendessero eventualmente necessari come pure gli sbarramenti e le segnalazioni atte ad isolare le zone interessate dai lavori.
Le lavorazioni devono venire limitate alle parti ed alle dimensioni stabilite in progetto e/o dalla D.A./D.L.
Qualora per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni venissero danneggiate altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti danneggiate o indebitamente demolite devono essere ricostruite a spese dell'Appaltatore.

Sarà onere dell'Appaltatore il trasporto di tutti i materiali di risulta fino al piano di carico ed il successivo trasporto a discarica autorizzata, la pulizia sistematica e finale delle aree di cantiere o altre poste in prossimità dello stesso.
Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della D.A./D.L., dovranno essere accuratamente trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.A./D.L. stessa.
Sono inoltre a carico della ditta appaltante:

- l'esecuzione di tutte le opere provvisionali di puntellazione, passerelle, protezioni, ecc. e quanto altro necessario allo svolgimento dei lavori in condizioni di assoluta sicurezza;
- tutti gli oneri e magisteri necessari per dare le opere perfettamente idonee alle successive opere di ricostruzione;
- tutti gli oneri conseguenti al fatto di dover operare al di fuori dei normali orari di lavoro ed eventualmente in giornata festiva;
- tutte le opere di sostegno provvisionali, durante lo svolgimento dei lavori, anche se non espressamente indicate in progetto, necessarie a preservare l'accessibilità agli edifici esistenti.

tutti i rottami e le macerie devono essere trasportati alle pubbliche discariche, previe eventuali ulteriori suddivisioni o disfacimenti; la D.A./D.L. ha tuttavia la facoltà di prescrivere che parte dei materiali di risulta, se riconosciuti idonei, vengano successivamente riutilizzati.
L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione nelle operazioni di scavo per l'interferenza con i sottoservizi esistenti; sarà a carico dell'Appaltatore l'onere per la verifica dei sottoservizi stessi ed eventualmente, in caso di interferenza con le strutture in progetto, lo spostamento di tubazioni, pozzetti ed il ripristino a perfetta regola d'arte di tutte le opere. Sarà altresì a carico dell'Appaltatore il ripristino dei sottoservizi danneggiati durante lo svolgimento dei lavori.
Nella realizzazione delle opere stradali, sarà a carico dell'Appaltatore il ripristino completo delle strutture, le finiture stradali, i rappezzi, i raccordi di pavimentazione e finitura con le zone non interessate dall'intervento.

3.3 DISCARICHE NORMALI E SPECIALI

Tutti i materiali provenienti dagli scavi di ogni genere, dalle demolizioni e da smantellamento di opere provvisionali e/o baraccamenti di cantiere devono essere trasportati alle pubbliche discariche autorizzate, ad esclusione di quelli necessari al successivo riutilizzo e/o quelli per cui la D.A./D.L. ha prescritto l'accatastamento presso un deposito o in cantiere. Il reperimento, la disponibilità, l'accessibilità e l'idoneità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a totale sua cura e spesa.
Qualora si dovesse rimuovere o demolire materiale classificato ad alto rischio ambientale o che comunque necessiti il trasporto in idonee discariche speciali l'Appaltatore dovrà farsene carico secondo le modalità e le normative vigenti.

3.4 OPERE PROPEDEUTICHE E OPERE DI CANTIERE

L'Appaltatore dovrà verificare la presenza di sottoservizi sulle aree interessate ai lavori. I sottoservizi eventualmente individuati dovranno essere spostati secondo indicazione della D.A./D.L. su aree esterne, mantenendoli in piena funzionalità.
L'Appaltatore del presente lotto di appalto dovrà predisporre la recinzione di cantiere secondo le indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.
L'Appaltatore dovrà realizzare i cancelli di accesso pedonali e carrabili per accesso all'area cantiere.
E' fatto obbligo all'Appaltatore di sgomberare tutti i locali e gli ambienti oggetto di demolizione dai loro arredi, dal mobilio e da tutte le altre attrezzature presenti all'interno o comunque limitrofi. Tutto secondo indicazioni della D.L. e da quanto prescritto nel progetto.

L'Appaltatore, inoltre, dovrà a sue spese e cura, provvedere al sezionamento di tutti gli allacciamenti impiantistici che collegano gli edifici da demolire alla rete pubblica o ad eventuali reti interne (es. generatori, gruppi elettrogeni…).
Preventivamente a tutte le operazioni di demolizione, sarà fatto obbligo all'Appaltatore di ottenere tutte le autorizzazioni specifiche da qualsivoglia ente (Soprintendenza, enti erogatori acqua, gas, ecc…).

3.5 BONIFICA E SMALTIMENTO MATERIALI CONTENENTI AMIANTO

Alcuni materiali da rimuovere richiedono la procedura speciale di bonifica con predisposizione del piano specifico di rimozione amianto e relative opere di bonifica, nel rispetto delle misure e metodologie previste nel D.M. 6/9/94: "Normative e metodologie tecniche per la valutazione del rischio, il controllo, la manutenzione e la bonifica dei materiali contenti amianto (MCA) presenti nelle strutture edilizie" per la bonifica di amianto presente nelle opere da demolire.
Sarà cura dell'Appaltatore individuare ditta specializzata per la compilazione del piano di bonifica e la rimozione dei materiali che sono riportati negli elaborati grafici di progetto.
Si dovrà procedere come di seguito sommariamente indicato:

- confinamenti delle aree di intervento;
- accurata rimozione degli elementi;
- incapsulamento in teli di polietilene;
- posizionamento materiali su pallets;
- trasporto in zona riservata per deposito temporaneo;
- pulizia finale dell'area sottoposta a bonifica;
- trasporto dei rifiuti mediante l'utilizzo di vettore iscritto all'Albo Gestori;
- smaltimento rifiuti presso discariche autorizzate;
- redazione formulari e registro di carico e scarico in conformità alla normativa vigente.

Resta inteso che il prezzo di appalto comprenderà:

- redazione e presentazione alla Azienda Sanitaria competente per territorio del piano di lavoro;
- approntamento di cantiere, allestimento dei dispositivi di protezione individuale, delimitazione dell'area, segnaletica di avviso e pericolo;
- trattamento con prodotti incapsulanti e confezionamento in doppi sacchi marchiati;
- campionamenti ambientali e/o personali in microscopia ottica in corso d'opera, secondo le prescrizioni dell'ASL competente;
- perfetta pulizia finale a conclusione della bonifica con campionamenti finali;
- trasporto e smaltimento dei rifiuti;
- oneri per sopralluogo con l'Ente di controllo;
- relazione finale;
- esecuzione e stesura di mappatura e materiali contenenti amianto mediante analisi massima.

A lavorazioni ultimate l'Appaltatore, attraverso la ditta specializzata, dovrà consegnare al Committente copia di certificati, omologazioni, relazioni e nulla osta dell'intervento.

4 SCAVI E RINTERRI

Gli scavi saranno conformi alle indicazioni contenute nella relazione geologica e geotecnica la quale, in base alla tensione ammissibile del terreno, stabilirà la quota di posa delle fondazioni. Gli scavi per l'accertamento e la ricognizione dei piani originari e per l'eliminazione dei detriti e dei terreni vegetali di recente accumulo, saranno eseguiti sotto la sorveglianza, con i tempi e le modalità indicate, dal personale tecnico incaricato dalla D.L.

L'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza o meno di reperti "in situ" condizione, oggetto di indagini preventive. Particolare attenzione sarà prestata alla verifica della presenza e della consistenza di sottoservizi.
Sono comprese nelle opere di scavo le prestazioni vere e proprie per la loro esecuzione e le prestazioni accessorie quali:

- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- la puntellatura e l' armatura di pareti e scarpate e successivo disarmo comprese le perdite parziali e totali dei legnami e ferri;
- le impalcature, i ponti, le costruzioni provvisorie per palleggiamento e trasporto dei materiali, ivi comprese le sistemazioni di rampe e vie d'accesso;
- la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali delle aree di scavo;
- la sistemazione e regolarizzazione delle pareti e del fondo dello scavo;
- il deposito temporaneo delle materie a lato dello scavo, il carico sui mezzi di trasporto e il loro trasporto a discarica pubblica;
- la stabilizzazione del fondo dello scavo;

Le operazioni di scavo sono comprensive di ogni di onere, qualunque sia la natura del terreno da scavare e qualunque siano gli eventuali lavori accessori dovuti alla presenza di macigni, conglomerati, costruzioni preesistenti, canali di fognature, infiltrazioni d'acqua.
I materiali provenienti dagli scavi che, a giudizio della D.L. sono ritenuti idonei per lavori di costruzione (sabbie, ghiaie, pietre, ciottoli, ecc.) appartengono di diritto al Committente.
I materiali idonei ad essere riutilizzati per riempimenti o rinterri saranno depositati nell'ambito del cantiere senza provocare intralci o danni al traffico.
In caso di rinvenimenti di oggetti di valore intrinseco od archeologico questi spettano di diritto al Committente, salvo quanto su essi possa competere allo Stato.
Il piano di appoggio degli scavi sarà in genere orizzontale e, prima dell'esecuzione di qualsiasi lavorazione successiva, dovrà essere verificato e accettato dalla D.L.
Qualora le sezioni di scavo fossero eccedenti rispetto ai limiti previsti dal progetto o indicati dalla Direzione Lavori, l'appaltatore dovrà ripristinare i profili corretti senza aver diritto a compensi derivanti dallo scavo dei volumi eccedenti e dai lavori necessari al ripristino delle quote e delle sagome corrette.
Le superfici delimitanti gli scavi dovranno risultare regolarizzate in modo che le massime rientranze e le massime sporgenze non eccedano i 5 cm. rispetto al profilo ordinato.
In caso di franamenti e smottamenti di pareti e scarpate degli scavi, in caso di insufficientemente puntellatura e armatura, l'Assuntore sarà responsabile di eventuali danni a persone o cose e a suo onere saranno i relativi lavori di sgombero, di ripristino.

4.1 **MODALITA' DI ESECUZIONE**

4.1.1 SCAVI ALL'APERTO

I lavori saranno eseguiti ottemperando scrupolosamente a tutte le norme di legge emanate in proposito e alle disposizioni di seguito riportate.
Ogni cantiere di scavo deve avere una dotazione sufficiente di legname, profilati metallici, pannelli, ecc. sia per le necessità normali che per interventi di emergenza.
Se lo scavo richiede puntellamenti non continui, questi si devono disporre in modo da non ostacolare le eventuali manovre entro lo scavo e saranno applicati contro il terreno con interposizione di tavolati e/o pannelli di altro materiale idoneo che ripartiscano le spinte sopra una superficie più estesa.
Se il terreno presenta così poca consistenza da obbligare ad armare le scarpate dello scavo con un rivestimento continuo, questo si deve attuare con un robusto tavolato o altro sistema da

approvare da parte della Committente, anche a due strati, con disposizione ortogonale; contro di esso si appoggeranno i puntelli lignei, di acciaio, ecc. in varie direzioni e altezze.
Si devono inoltre predisporre vie di scolo con possibilità di raccolta per le acque piovane effettuate al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.
Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione saranno eseguiti fino alla profondità ordinata dalla D.L. in sede di cantiere.
Le profondità che si trovano indicate nei disegni di conseguenza sono perciò di semplice avviso e la Direzione Lavori avrà la piena facoltà di variare nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Assuntore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi. avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, con prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.
I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per fondali interessanti terreni e stratificazioni inclinate, essi potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradoni ed anche con determinate contropendenze.
Gli scavi di fondazione saranno, come di norma, eseguiti a pareti verticali sostenute con convenienti armature e sbadacchiature. Gli scavi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito oltre quello strettamente occorrente per la realizzazione della fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al successivo rinterro del vuoto rimasto intorno alle strutture di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.
Analogamente l'Impresa procederà, senza ulteriori compensi, a riempire i vuoti che rimanenti attorno alle strutture eseguite con riseghe in fondazione.
Per aumentare la superficie di appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare che lo scavo del tratto terminale di fondazione, per un'altezza sino ad un metro, venga allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante, nelle quantità e con la robustezza che la qualità delle materie da asportare richiede, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie.

4.1.2 SCAVI GENERALI O DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale , o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato ed inoltre quegli scavi chiusi da pareti su tutti i lati nei quali la larghezza risulta maggiore della profondità e che siano in ogni caso accessibili e agibili dai mezzi meccanici di scavo e trasporto anche con la creazione di opportune rampe di accesso costituite con terreno sia esso proveniente dagli scavi o da cave di prestito.

4.1.3 SCAVI A SEZIONE RISTRETTA OD OBBLIGATA

Per scavi a sezione ristretta od obbligata o scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.
L'Impresa è tenuta ad evitare l'afflusso entro gli scavi di fondazione di acqua proveniente dall'esterno. Nel caso che ciò si verifichi resta a suo totale carico la spesa per i necessari aggrottamenti.

4.1.4 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dare luogo sia alla costruzione di muri o di pilastri di fondazione propriamente detti, sia alla realizzazione di opere di sottofondazione atte al consolidamento delle strutture fondali. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli atti per dare luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.
Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo del debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con la circolare 6 novembre 1967, n. 3797 del servizio Tecnico Centrale.
Le profondità, indicate nei disegni di progetto, sono perciò di semplice avviso e la D.L. avrà piena facoltà di variarle nella misura che riterrà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.
I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.
Compiute le opere in fondazione gli scavi saranno diligentemente rinterrati e costipati con materie provenienti dal cantiere o di nuova fornitura, sino al piano del terreno naturale primitivo.
Si ribadisce che gli scavi delle fondazioni dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbatacchiati con robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli opera ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature o murature in genere.

4.1.5 FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA

Per piano di posa si intende il piano del terreno predisposto per la posa del magrone di sottofondazione, la formazione di rilevati o l'allettamento per posa di tubazioni e sottoservizi. Esso potrà essere costituito da terreno naturale o da terreno sottoposto a costipamento.
Le aree scavate saranno rullate fino al raggiungimento del grado di compattezza richiesto. Le caratteristiche di deformabilità saranno accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative sul lungo periodo con condizioni climatiche e idrologiche sfavorevoli.
Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sarà ottenuto compattando il fondo scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura del terreno.
Dove le caratteristiche del terreno rendessero inefficace la rullatura, si procederà, previo ordine della D.L., ad interventi di bonifica con l'impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.
Il terreno dei piani di posa dei rilevati sarà costipato alle quote di progetto misurate dal piano finito. Nel caso in cui dovessero essere rinvenuti, alla profondità prevista, strati contenenti sostanze torbose minerali ad elevata concentrazione di umidità e/o plasticizzati, si dovrà approfondire lo scavo, rimuovere totalmente i materiali incoerenti e sostituirli con materiali aventi un indice plastico adeguato.

4.1.6 RINTERRI

Si comprendono nella voce rinterri quelle operazioni derivanti dagli scavi precedenti, cioè quelle occorrenti per lo scarico dei materiali provenienti da scavi, depositi vari, da disporsi a strati ben sistemati, costipati, spianati e livellati secondo i dati di progetto, le norme del presente Disciplinare e gli ordini impartiti dalla D.L.
I rinterri saranno eseguiti con nuovi materiali o, su indicazione della D.L. con il materiale provenienti dagli scavi.

L'operazione di compattazione dovrà essere eseguita dall'Appaltatore con idonei mezzi meccanici in conformità alle prescrizioni di progetto.
I lavori di prelievo e trasporto dovranno effettuarsi senza arrecare danni alle proprietà vicine e ai fondi di accesso; ogni danno sarà a carico dell'Impresa. È vietato effettuare riporti contro strutture di recente costruzione.

4.1.6.1 RILEVATI CON MATERIALE MISTO DI CAVA

La posa del materiale deve essere eseguita per strati aventi un'altezza massima di 25 cm, con pendenza massima degli strati pari al 3%, per permettere il deflusso delle acque piovane.
Ogni strato dovrà essere compattato con mezzi semoventi, rulli vibranti o vibranti gommati fino al raggiungimento del grado di compattezza di seguito specificato.
La compattazione potrà avere luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo a quello ottimo determinato mediante la prova AASTHO Mod. Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione, se inferiore l'aumento sarò conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro lo spessore dello strato.

4.1.6.2 SOTTOFONDI CON MISTO GRANULARE STABILIZZATO

Per la formazione dei sottofondi si utilizzerà una miscela di terre stabilizzate granulometricamente.
La frazione grossa di tale miscele (trattenuta al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaia, frantumati, detriti di cava, o altro materiale ritenuto idoneo da D.L.
Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di compattezza richiesti. Dovrà essere ripulito da materiale estraneo.
Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 7 cm e dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.
Lo spessore da assegnare al sottofondo è indicato sui disegni di progetto.
Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:
l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare.
granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo e uniforme particolarmente concorde a quello delle curve limite:

serie di crivelli e setacci UNI (mm)	miscela passante totale in peso
crivello 71	100
crivello 40	75-100
crivello 25	60-87
crivello 10	35-67
crivello 5	25-55
setaccio 2	14-40
setaccio 0,4	6-12
setaccio 0,075	2-4

perdita di peso alla prova "Los Angeles" eseguita sulle singole pezzature: inferiore al 30%.
equivalente in sabbia misurata in frazione passante al setaccio 4 ASTM: compreso tra 25 e 65.
Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere elevato dalla D.L. in funzione della provenienza e delle caratteristiche dei materiali.

indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (materiale passante al crivello 25) non minore di 50.
Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti punti A, B, C, D; salvo nel caso citato al punto D in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.
Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio che l'Appaltatore avrà cura di presentare a tempo opportuno.
L'eventuale aggiunta di acqua per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, dovrà essere effettuata mediante dispositivi spruzzatori.
Queste operazioni non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzante anticapillare. Verificandosi un eccesso di umidità o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso verrà rimosso e ricostituito.
Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare, in ogni punto, la prescritta granulometria.

4.2 PROVE E ACCETTAZIONI

Al termine delle operazioni di scavo è fatto divieto intraprendere qualsiasi opera di fondazione o di formazione di rilevato, se prima la D.L. non abbia verificato ed accettato i piani di posa degli scavi. Le prove, previste nei documenti contrattuali o disposte dalla D.L. e dai collaudatori, saranno eseguite secondo le normative tecniche vigenti, a totale cura ed onere dell'Impresa.
Per accertare la conformità delle opere eseguite alla prescrizioni di progetto sarà effettuata una ricognizione di tutti le lavorazioni e saranno effettuati i seguenti controlli:
che le prove su piastra e le prove di densità abbiano rispettato i valori di addensamento e di deformabilità prescritti negli elaborati progettuali;

- che siano state rispettate le quote altimetriche e planimetriche indicate sui disegni di progetto;
- che le pendenze abbiano andamento uniforme.

Le opere ritenute non conformi, non saranno accettate dalla D.L. e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spesa, al loro adeguamento, secondo le indicazioni impartite dalla D.L. E' fatto divieto intraprendere qualsiasi lavorazione successiva, se prima la D.L. non abbia verificato ed accettato le opere di scavo e di preparazione dei piani di posa.
La fase di collaudo provvisorio corrisponderà all'atto di accettazione da parte della D.L. delle opere eseguite, secondo quanto precedentemente descritto.
Collaudo definitivo
Il collaudo definitivo sarà eseguito secondo quanto previsto nei documenti contrattuali e richiesto dal collaudatore. Si precisa inoltre quanto segue.
Sarà effettuata una ricognizione di tutte le opere eseguite per accertare che nel periodo di tempo trascorso dal collaudo provvisorio non si siano manifestati cedimenti, segni di degrado o altri danni.

5 STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO

Le opere di cemento armato normale incluse nell'opera appaltata saranno eseguite in base ai disegni che compongono il progetto, alle prescrizioni della normativa vigente e agli ordini impartiti dalla D.L. in sede di cantiere.
La Committenza fornirà il progetto completo dei calcoli statici delle opere incluse nell'appalto. Prima dell'inizio dei lavori e delle provviste, l'Impresa dovrà verificare di detti calcoli, prendere conoscenza del progetto e controllare i calcoli statici a mezzo di ingegneri di sua fiducia quindi, dichiarare per iscritto di avere effettuato tali operazioni, di concordare nei risultati finali, di riconoscere il progetto perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità

tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera. Le eventuali osservazioni dovranno essere formulate per iscritto alla Direzione dei Lavori entro i termini concordati dalla consegna dei lavori soltanto qualora si ravvisi la mancanza dei dovuti coefficienti di sicurezza, inosservanza delle prescrizioni regolamentari vigenti o discordanze tra i vari elaborati progettuali.
Qualsiasi altra osservazione non verrà presa in considerazione e l'eventuale ritardo non può dare diritto a proroghe per la ultimazione dei lavori entro il termine contrattuale. Tutti gli elaborati strutturali dovranno essere presentati con eventuali osservazioni a mezzo lettera raccomandata con ricevuta di ritorno entro i termini stabiliti dai documenti contrattuali.
L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i disegni esecutivi con i calcoli statici di tutte le opere provvisionali quali centine ed armature di sostegno che la Direzione Lavori potrà accettare oppure far modificare per motivate ragioni.
L'esame di verifica da parte della Direzione Lavori dei calcoli statici delle opere provvisionali e delle armature di sostegno, ecc ...non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere e, di conseguenza, essa dovrà rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi. Dal Giornale dei Lavori del cantiere dovranno risultare tutte le approvazioni degli elaborati di progetto e di calcolo delle strutture, centine, puntellazioni, tutti gli ordini relativi all'esecuzione dei getti e disarmo, nonché le date di inizio e di fine dei getti e del disarmo.
L'Impresa, a sua cura e spese, sarà tenuta a presentare, in tempo utile, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera, all'esame della D.L. i seguenti documenti:

- disegni delle armature sviluppati con tutte le misure ed i raggi dei mandrini che verranno usati per la lavorazioni delle barre di armatura;
- campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
- tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua cemento, nonché il tipo ed il dosaggio degli additivi che intenda eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi;
- tipo di impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

In ogni tavola dei disegni esecutivi forniti dalla Committenza saranno indicate le caratteristiche dei materiali impiegati, in particolare la classe di resistenza del calcestruzzo e il tipo di acciaio; in quelli relativi agli orizzontamenti sarà riportata per esteso l'analisi dei carichi.
Se previsto dai documenti contrattuali, l'Impresa ha obbligo di costituire nell'ambito del cantiere un laboratorio dotato delle apparecchiature necessarie per il controllo della resistenza meccanica dei calcestruzzi. Qualora non venisse ottemperata la realizzazione del laboratorio l'Impresa sarà applicata, all'atto del primo stato d'avanzamento una penale pari al 5% dell'importo afferente alle strutture di calcestruzzo (casseri, calcestruzzo, acciaio, ecc..) e così per i successivi stati d'avanzamento.

5.1 **NORMATIVE**

UNI 8656/FA 219-87	Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione - Determinazione della ritenzione d'acqua
UNI 9416:1989	Calcestruzzo fresco. Criteri generali di campionamento

UNI EN 12390-2:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
UNI EN 12390-1:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
UNI 6131:2002	Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito

UNI EN 12390-3:2003	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
UNI EN 12390-5:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini
UNI 6393:1998	Controllo della composizione del calcestruzzo fresco
UNI EN 12350-2:2001	Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono
UNI 8381:1982	Strati del supporto di pavimentazione
UNI ENV 197-1:2001	Cemento: Composizione, specifiche e criteri di conformità – Parte 1: Definizioni e composizione
UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

5.1.1 NORME RELATIVE AI METODI DI PROVA SUI CLS

UNI 8656/FA 219-87	Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione - Determinazione della ritenzione d'acqua
UNI 9416:1989	Calcestruzzo fresco. Criteri generali di campionamento
UNI EN 12390-2:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
UNI EN 12390-1:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
UNI 6131:2002	Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito

UNI EN 12390-3:2003	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
UNI EN 12390-5:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini
UNI 6393:1998	Controllo della composizione del calcestruzzo fresco
UNI EN 12350-2:2001	Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono
UNI 8381:1982	Strati del supporto di pavimentazione

UNI ENV 197-1:2001	Cemento: Composizione, specifiche e criteri di conformità – Parte 1: Definizioni e composizione
UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

5.2 **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

In conformità alle norme UNI-EN 206-1:2006, UNI 11104:2004 E D.M. 14.1.2008 e ai requisiti strutturali richiesti dal progetto, il calcestruzzo dovrà essere rispondente alle seguenti caratteristiche:

5.2.1 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Nell'ottica della costruzione di un edificio ecosostenibile, saranno valutati in sede di Progetto Definitivo l'impiego di additivi che minimizzino il contenuto di cemento nel calcestruzzo e l'impiego di calcestruzzi con loppe d'altoforno.
Calcestruzzo per pali in assenza di acqua di falda (secondo UNI-EN 206-1-2006, UNI 11104:2004 e D.M. 14-01-2008)

- Classe di esposizione XC2
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 25/30
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Copriferro minimo C = 40 mm
- Contenuto minimo di cemento per durabilità. 280 Kg/mc
- Rapporto massimo acqua- cemento per durabilità 0,60
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg $f_{ck,\ cube} \geq 30$ MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg $f_{ck} \geq 25$ Mpa

Calcestruzzo per opere di fondazione in presenza di acqua di falda (secondo UNI-EN 206-1-2006, UNI 11104:2004 e D.M. 14-01-2008)

- Classe di esposizione XC4
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 32/40
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Copriferro minimo C = 40 mm
- Contenuto minimo di cemento per durabilità. 340 Kg/mc
- Rapporto massimo acqua- cemento per durabilità 0,50
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg $f_{ck,\ cube} \geq 30$ MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg $f_{ck} \geq 25$ MPa

Calcestruzzo per opere di fondazione e setti controterra (secondo UNI-EN 206-1-2006, UNI 11104:2004 e D.M. 14-01-2008)

- Classe di esposizione XC2
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 30/37
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Copriferro minimo C = 40 mm
- Dimensione massima dell'inerte Dmax = 40 mm
- Contenuto minimo di cemento per durabilità. 280 Kg/mc
- Rapporto massimo acqua- cemento per durabilità 0,60
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg $f_{ck,\ cube} \geq 37$ MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg $f_{ck} \geq 30$ MPa

Calcestruzzo per elementi strutturali verticali

- Classe di esposizione XS1
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 35/45
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Copriferro minimo C = 45 mm
- Dimensione massima dell'inerte Dmax = 20 mm
- Contenuto minimo di cemento per durabilità. 340 Kg/mc
- Rapporto massimo acqua- cemento per durabilità:0.50
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg $f_{ck,\ cube} \geq 45$ MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg $f_{ck} \geq 35$ MPa

Calcestruzzo per elementi strutturali orizzontali

- Classe di esposizione XS1
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 32/40
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Dimensione massima dell'inerte Dmax = 20 mm
- Copriferro minimo C = 40 mm
- Contenuto minimo di cemento per durabilità. 340 Kg/mc
- Rapporto massimo acqua- cemento per durabilità:0.50
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg $f_{ck,\ cube} \geq 40$ MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg $f_{ck} \geq 32$ MPa

5.2.2 CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO

Si elencano di seguito le caratteristiche che l'acciaio dovrà avere per soddisfare i requisiti strutturali richiesti dal progetto, secondo il D.M. 14.1.2008.
Acciaio per armature
Barre ad aderenza migliorata in acciaio B450C, laminato a caldo:

- Tensione caratteristica di snervamento: fyk ≥ 450 MPa
- Tensione caratteristica di rottura ftk ≥ 540 MPa
- Valore minimo di k=(ft / fy) 1.15 ≤ k ≤ 1,35
- Tensione di snervamento nominale (fy / fy,nom)k:≤ 1.25
- Deformazione caratteristica al carico massimo εuk≥7.5%
- Modulo di elasticità Es 200GPa

Acciaio armonico per trefoli ed opere di sostegno

- Tensione caratteristica di rottura a tensione1800 MPa
- Tensione caratteristica all'1% di allungamento fp(0,1)K 1600 MPa
- Allungamento sottocarico massimo (Agt), K ≥ 5,0 %
- Modulo di elasticità medio per trefolo Epm 200GPa
- Tensione di snervamento nominale fy / fy,nom)k ≤ 1.25
- Deformazione caratteristica al carico massimo εuk≥7.5%

Acciaio da carpenteria metallica per laminati a caldo
Acciaio per costruzioni in carpenteria metallica tipo S 355 J0:

- Tensione caratteristica di snervamento fyk ≥ 355 MPa per t ≤ 40mmTensione caratteristica di rottura ftk ≥ 510 MPa per t ≤ 40mm
- Modulo di elasticità Esm 206GPa

5.3 **MODALITA' DÌ ESECUZIONE**

5.3.1 IMPASTI E COMPOSIZIONE

Il dosaggio di cemento, la granulometria degli inerti ed il rapporto acqua-cemento devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. In particolare il contenuto di cemento non dovrà scendere sotto quello indicato negli elaborati progettuali in relazione alla consistenza del calcestruzzo.
Per conglomerati con resistenze caratteristiche intermedie è ammessa la interpolazione lineare.
Per la definizione dei tipi di consistenza ci si servirà delle citate norme UNI 7163 72.
Per tutti i calcestruzzi saranno realizzate le composizioni granulometriche proposte dall'Impresa ed accettate dalla Direzione dei Lavori, in modo da ottenere i requisiti fissati dal progettista dell'opera ed approvati dalla Direzione dei Lavori.
Per ogni tipo di calcestruzzo dovrà essere previsto l'impiego di almeno 3 classi di inerti,(due delle quali relative all'inerte fine) la cui miscela dovrà realizzare le caratteristiche granulometriche stabilite.

5.3.2 RESISTENZE DEI CALCESTRUZZI

I prelievi saranno effettuati in conformità alle norme tecniche vigenti, in relazione alla determinazione prescelta della resistenza caratteristica, in contraddittorio con l'Impresa, separatamente per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti.
Di tali operazioni eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.
I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.
Tutti i campioni saranno prelevati in duplice esemplare.
Con i provini della prima serie saranno effettuate prove preliminari atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.
I valori della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni dalla maturazione, ricavati da questa prima serie di prove, saranno presi a base per un primo controllo della resistenza e per la contabilizzazione delle opere in partita provvisoria. I provini della seconda serie saranno inviati, nel numero prescritto dalle vigenti norme di legge, ai laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ed i risultati ottenuti saranno presi a base per la contabilizzazione delle opere in partita definitiva.
Per il lavoro in oggetto saranno prelevati almeno n° 2 cubetti per ciascuna betoniera indipendentemente dalla capacità della stessa. Nel caso il calcestruzzo fosse confezionato in cantiere si preleveranno n° 2 cubetti ogni 5 mc.
Tutti gli oneri relativi alle due serie di prove di cui sopra, compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.
Nel caso che la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ricavata dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati, la Direzione dei Lavori, potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove della seconda serie di prelievi, eseguite presso laboratori ufficiali.
Qualora anche dalle prove eseguite presso i Laboratori ufficiali risultasse un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statistici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa potrà eventualmente presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le

ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza suddetta è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.
Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione dei Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato con il prezzo della classe alla quale risulterà appartenere la relativa resistenza.
Nel caso che tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, o, se approvati dalla Committenza, all'adozione di provvedimenti di rinforzo.
Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la resistenza caratteristica risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici approvati dalla Direzione dei Lavori.

5.3.3 CONFEZIONE E TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO

Il dosaggio e la confezione del conglomerato cementizio avverranno con centrali meccanizzate.
Gli strumenti destinati al dosaggio dei diversi componenti delle miscele e formanti parti integranti delle centrali di betonaggio dovranno corrispondere alle norme di cui al D.M. 5 settembre 1969 pubblicati sulla G.U. del 27 settembre 1969, e seguenti.
In particolare la centrale deve essere dotata di bilance separate di portata appropriata per il dosaggio del cemento e degli inerti.
Il dosaggio del cemento deve essere effettuato con precisione del 2%. Il dosaggio degli inerti deve essere realizzato con la precisione del 3% del loro peso complessivo. Il sistema di carico delle bilance deve essere tale da permettere con sicurezza, regolazione ed arresto completo del flusso del materiale in arrivo.
Le bilance devono essere tarate all'inizio del lavoro e poi almeno una volta all'anno.
Il dosaggio effettivo dell'acqua deve essere realizzato con la precisione del 2%. Nello stabilire la quantità d'acqua di impasto si deve tener conto dell'umidità degli inerti.
In nessun caso potrà essere variato il rapporto acqua cemento precalcolato; l'eventuale variazione dei quantitativi di acqua e di cemento, allo scopo di aumentare la lavorabilità della miscela, dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori in relazione anche all'aumento del fenomeno di ritiro.
Potranno essere usati additivi previo consenso della Direzione dei Lavori, a cura e spese dell'Impresa che non avrà diritto ad indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo salvo che non ne sia espressamente previsto l'impiego per particolari esigenze indicate in progetto.
Il trasporto del conglomerato a piè d'opera avverrà con mezzi atti ad evitare la separazione per gravità dei singoli elementi costituenti l'impasto.
Il tempo di miscelazione nella mescolatrice fissa non deve essere inferiore ad un minuto calcolato alla fine del carico di tutti i componenti.
Le mescolatrici fisse devono essere dotate di dispositivi che permettano il controllo del tempo di impasto o del numero di giri compiuti dal contenitore, e da un dispositivo che permetta il rilevamento della potenza assorbita dal motore con conseguente riferimento alla consistenza dell'impasto.
La Direzione dei Lavori potrà consentire, per getti di piccolo volume, che la mescolazione del conglomerato venga effettuata con betoniere non centralizzate ovvero con autobetoniere purché venga garantita la costanza del proporzionamento dell'impasto.
Tale mescolazione sarà effettuata direttamente in centrale prima di iniziare il trasporto, ad automezzo fermo.
L'impasto dovrà sempre risultare omogeneo e lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o alla superficie dei manufatti).

5.3.4 POSA IN OPERA

I getti possono essere iniziati solo dopo che la Direzione dei Lavori abbia verificato gli scavi, le casseforme e le armature metalliche e prestabilite le posizioni e le norme per l'esecuzione delle riprese di getto.

La messa in opera del conglomerato deve avvenire in maniera tale che il calcestruzzo conservi la sua uniformità, evitando la segregazione dei componenti, curando che non vengano inclusi strati di polvere o rifiuti di qualsiasi natura e che il calcestruzzo non venga a contatto con elementi capaci di assorbire acqua senza che questi siano stati adeguatamente bagnati dal getto. È essenziale poi che il getto sia costipato in misura tale che si realizzi la compattezza del calcestruzzo, il riempimento dei casseri e l'avvolgimento delle armature metalliche.
Il calcestruzzo deve essere messo in opera nel più breve tempo possibile dopo la sua confezione e, in ogni caso, prima dell'inizio delle presa, stendendolo in strati orizzontali.
Si devono evitare operazioni di getto per caduta libera, per altezze che possano provocare la segregazione dei componenti impiegando invece canalette a superficie liscia e tubi.
Durante il getto non si deve modificare la consistenza del calcestruzzo con aggiunta di acqua, e si deve altresì evitare ogni perdita della parte più fluida.
Il conglomerato sarà messo in opera a strati di spessore non maggiore di 15 cm qualora costipato a mano, e a spessori maggiori con l'impiego di adatti vibratori. La costipazione a mano è da impiegare solo eccezionalmente e per giustificati motivi.
È raccomandabile la vibrazione superficiale per le solette di spessore inferiore a 20 cm, e per la finitura di tutte le superfici superiori dei getti. Ove vengano applicati i vibratori ai casseri si devono rinforzare opportunamente le casseforme stesse.
Dovrà essere assolutamente evitata la segregazione dei componenti del conglomerato; per questo esso dovrà essere sufficentemente consistente, e si dovrà evitare anche un'applicazione troppo prolungata.
I vibratori ad immersione devono essere immersi nel getto e ritirati evitando la formazione di disuniformità nel getto.
Lo spessore dello strato sottoposto a vibrazione e la distanza reciproca dei punti di immersione devono essere scelti in funzione della potenza del vibratore.
I raggio d'azione rilevato sperimentalmente caso per caso, deve venire indicato nel Giornale dei Lavori.
Le superfici dei getti, dopo la sformatura, devono risultare lisce e piane, senza gobbosità, incavi, cavernosità, sbavature o irregolarità così da non richiedere alcun tipo di intonaco, nè spianamenti o rinzaffi.
Le casseforme saranno in pannelli metallici. Tutte le strutture interne del piano interrato saranno gettate in opera con l'impiego di casseri metallici per finitura faccia a vista.
Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere possibilmente previste in fase di progetto e conformate in modo che le superfici di interruzione risultino all'incirca perpendicolari alle isostatiche di compressione; in ogni caso dovranno essere decise ed eseguite sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori, con tutti gli accorgimenti atti ad assicurare la realizzazione della monoliticità delle strutture.
Tra le successive riprese di getto, non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta di cemento opportunamente dosata senza che ciò dia adito a richieste di oneri supplementari.
A posa ultimata deve essere curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi; il sistema proposto all'uopo dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.
Ad ogni modo il calcestruzzo ed i casseri dovranno essere mantenuti umidi e protetti dall'isolamento diretto per almeno 10 giorni.
Comunque, si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i 35° C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore a 75° C, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che la variazione dì temperatura non deve superare i 20° /h. Durante il periodo di stagionatura i getti devono essere riparati dalla possibilità di urti. L'impiego della stagionatura a vapore deve essere approvato dalla Direzione dei Lavori sulla base di proposte tecniche presentate dall'Impresa senza che essa possa richiedere compenso alcuno.

Nel caso di getto contro terra il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua d'impasto. Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.
Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione fredda
Nei periodi invernali si deve particolarmente curare che non si formino blocchi di materiale agglomerato con ghiaccio negli inerti, e particolarmente nella sabbia.
A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni, e si dovrà, se necessario, provvedere al riscaldamento degli inerti stessi con mezzi idonei.
La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non deve in nessun caso essere inferiore a 13 gradi C. per il getto di sezioni strutturali di spessore fino a 20 cm. e 10 gradi C. negli altri casi.
Per ottenere tali temperature occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto.
Si dovrà però evitare che l'acqua venga a contatto diretto con il cemento, se essa avrà una temperatura superiore a 40 gradi C.
Quando la temperatura dell'acqua superi i 40 gradi C., si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua-inerti sarà scesa al di sotto di 40 gradi C.
Nei periodi invernali la Direzione dei Lavori potrà disporre l'aggiunta di acceleranti invernali antigelo ed eventualmente un additivo aereante, in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3-5%.
Durante la stagione fredda, il tempo per lo scasseramento delle strutture deve essere protratto, per tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie di almeno 40 kg/cmq fino al momento del disarmo.
Si deve controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei 5 gradi C.
Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione calda
Durante la stagione calda la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 30 gradi C.; a questo scopo è necessario impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, proteggendo opportunamente i depositi e mantenendo continuamente umidi gli inerti.
Qualora la temperatura dell'impasto non possa essere mantenuta al di sotto di 30 gradi C., i getti dovranno essere sospesi, a meno che non venga aggiunto agli impasti un opportuno ed efficace additivo plastificante ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura come la perdita di consistenza e il conseguente maggior bisogno di acqua di impasto o l'acceleramento della presa.
La modifica del rapporto acqua-cemento può avvenire solo se disposta dalla Direzione dei Lavori.
Quando la temperatura ambiente risulterà elevata, particolare cura dovrà essere posta nell'accelerare il tempo intercorrente fra la confezione e la posa in opera dell'impasto.
Qualora si usino pompe per il trasporto del conglomerato, tutte le relative tubazioni devono essere protette dal sovrariscaldamento.
La stagionatura dei conglomerati deve essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento.

5.3.5 CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

È ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto alle caratteristiche prescritte per i calcestruzzi dagli elaborati progettuali e in generale conformi alle Norme UNI 7163 72 e successivi aggiornamenti.
L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Committenza per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a

rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme sia per i materiali (inerti e leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.
L'Impresa inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale della Committenza, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i rilievi ed i controlli dei materiali previsti nei paragrafi precedenti.

5.3.6 CASSEFORME E DISARMO

Le impalcature di sostegno dei getti di calcestruzzo devono avere una rigidezza sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni cui esse sono sottoposte durante l'esecuzione dei lavori, e in particolare, le spinte del calcestruzzo fresco e le azioni prodotte dal suo costipamento.
Le dovute attenzioni saranno rivolte al pericolo di instabilità delle impalcature di sostegno, alle pressioni localizzate agli appoggi, alla qualità del terreno di fondazione, specie in periodo di disgelo.
I casseri devono soddisfare alle condizioni di impermeabilità ed ai limiti di tolleranza definiti dal progetto esecutivo o indicati dalle normative specifiche, nonché presentare lo stato superficiale desiderato. I casseri devono avere una rigidezza sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni che si generano durante l'esecuzione dei lavori
Comunque, salvo prescrizioni più restrittive, si consente che le deformazioni dei casseri siano tali da permettere variazioni dello spessore dei getti non superiore al 2%.
I casseri devono rispettare le controfrecce stabilite dal progetto esecutivo, per assicurare la forma corretta e definitiva delle opere, tenuto conto di tutti gli effetti (di carattere istantaneo o differito nel tempo) che tendono a farle variare.
Inoltre non devono impedire le deformazioni proprie del calcestruzzo (ritiro, deformazioni elastiche e viscose), il regolare funzionamento dei giunti e delle unioni e nelle strutture precompresse le deformazioni conseguenti alla messa in tensione delle armature.
I casseri devono essere costruiti in maniera tale da permettere agevolmente la pulizia prima del getto e non ostacolare la corretta messa in opera del calcestruzzo.
A quest'ultimo scopo devono presentare i necessari accorgimenti (smussi, sfiati o simili) atti a favorire la fuoriuscita dell'aria durante le operazioni di getto e costipamento e consentire quindi un perfetto riempimento.
Prima dell'impiego dei casseri, si deve controllare che la geometria non sia variata per cause accidentali, in particolare per effetti termici.
Prima del getto, i casseri devono essere ripuliti in maniera da eliminare polvere o detriti di qualsiasi natura e abbondantemente bagnati, se realizzati con materiali assorbenti l'acqua. Inoltre, è consigliabile trattare i casseri con prodotti che agevolino la scasseratura. Questi prodotti non devono lasciare tracce indesiderate sulla superficie del calcestruzzo e devono permettere la ripresa dei getti e l'eventuale applicazione di ricoprimenti o rivestimenti.
Quando la portata delle membrature principali oltrepassi i 6 m, si disporranno opportuni apparecchi di disarmo.
Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base; dovrà inoltre essere assicurata un'efficace ripresa e continuità di getto mantenendo bagnato il getto preesistente per almeno due ore, e predisponendo in opera un sottile strato di malta cementizia all'inizio delle operazioni di getto.
Il getto deve avvenire con l'impiego di un tubo di guida del calcestruzzo alla superficie del getto, in ogni caso non per caduta da un'altezza superiore a 1 m.
Nessuna opera di conglomerato armato dovrà essere assoggettata a passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera o comunque caricata prima che abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a giudizio della Direzione dei Lavori.
Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; la decisione è lasciata al

giudizio del Direttore dei Lavori, che utilizzerà a tale riguardo, prove non distruttive del conglomerato, e verrà riportata nel Giornale dei Lavori (tali prove saranno a carico dell'Impresa).
Ciò va riferito in particolar modo alle opere che durante la costruzione fossero colpite dal gelo.
Per le opere di notevole portata e di grandi dimensioni come pure quelle destinate a coperture, che dopo il disarmo possono trovarsi subito alla maggior parte del carico di progetto, sarà opportuno che venga indicato nel progetto il tempo minimo di maturazione per il disarmo, ferma restando la necessità del controllo suddetto.

5.3.7 ARMATURE METALLICHE

Per l'armatura sarà impiegato ferro omogeneo o acciaio semiduro, ovvero acciaio ad aderenza migliorata, in tondini, avente le caratteristiche prescritte dalla vigente legislazione.
I prelievi ed i controlli prescritti dalle vigenti norme tecniche saranno effettuati, su indicazione della Direzione dei Lavori, a cura e spese dell'Appaltatore. Il laboratorio, presso cui effettuare le prove sarà scelto dalla Direzione dei Lavori.
Tanto l'acciaio tondo che l'acciaio ad aderenza migliorata saranno forniti e dati in opera nelle casseforme dopo ogni lavorazione, curando che la posizione delle barre coincida con quella fissata nei disegni esecutivi.
Nella posa in opera delle armature in ferro entro i casseri dovranno essere impiegati opportuni distanziatori in plastica deformata per garantire il ricoprimento prescritto di calcestruzzo.
I ferri dovranno essere di norma collegati fra loro a mezzo di legature efficienti eseguite con filo di ferro ricotto.
Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dalla Direzione dei Lavori e realizzate secondo le prescrizioni che saranno impartite dalla Direzione dei Lavori stessa.
Per le strutture di fondazione e in elevazione è prescritto l'uso di ferro B450 C controllato.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa e inviati a cura della Direzione dei Lavori e a spesa dell'Impresa ad un laboratorio ufficiale per esservi provati.
Gli oneri delle prove sono sempre a carico dell'impresa esecutrice.
La Direzione dei Lavori darà il benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo. Nel caso di esito negativo si procederà come è indicato nelle norme regolamentari.
Uguale controllo sarà effettuato dalla Direzione dei Lavori con prelevamento in cantiere, sulle barre controllate in stabilimento ai sensi delle vigenti normative.
Il copriferro dovrà essere conforme alle indicazioni di progetto in funzione della localizzazione dell'opera, della classe di esposizione, della necessità di protezione antincendio e comunque nel rispetto assoluto delle misure previste dalle Norme Tecniche.

6 PALI TRIVELLATI

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative:
D.M. 14/01/2008, "Norme tecniche per le costruzioni";
Associazione Geotecnica Italiana, "Raccomandazioni sui pali di fondazione", Dicembre 1984;
Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN specificate ove pertinenti.

6.2 MODALITA' DI ESECUZIONE

PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO
L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

PERFORAZIONE
Pali trivellati
Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare secondo quanto riportato di seguito.

La perforazione a secco senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (Su) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$Su > \gamma H/3$

dove:
γ = peso dell'unità di volume totale

Inoltre, la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza ingresso alcuno di acqua nel foro.
La perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini (D10 > 4 mm).
Il fango bentonitico impiegato nella perforazione dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 2.5.5. Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione. Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0.60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.
Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;

- diminuzione di densità relativa (DR) degli strati incoerenti;
- diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
- riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un sufficiente ammorsamento del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati. In alternativa, e in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.
L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che ha il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.
Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.
La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse. La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.
Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

PALI TRIVELLATI AD ELICA

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico, montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà, di norma, regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale dei pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

6.3 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari. Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite) a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. Le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0.5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m, presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della Direzione Lavori, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, e a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla Direzione Lavori, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

6.4 MATERIALI

Calcestruzzo
Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nella sezione Calcestruzzi del presente Capitolato.
L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

Armature metalliche
Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.
Le armature saranno pre-assemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e un copriferro netto minimo di 5 cm.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%. I centratori saranno posti a gruppi di 3-4, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.
A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5-3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto 2.10, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro $D \geqslant 700$ mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

Rivestimenti metallici
Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Bentonite in polvere
La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm^3 della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm^3
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa	2.5 mm

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

Fanghi bentonitici
I fanghi bentonitici, da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando, fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:
acqua (chiara di cantiere);
bentonite in polvere;
eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.).

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua , dovrà risultare di norma compreso fra il 4.5 e il 9%, salva la facoltà della Direzione Lavori di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione a eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni e operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti. In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20 m3) per la maturazione del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:
peso specifico: non superiore a 1.08 t/m3;
viscosità Marsh: compresa fra 38" e 55".

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione. Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:
peso di volume nel corso dello scavo ≤ 12.5 kN/m3;
contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: < 6%.

La determinazione dei valori sopraindicati sarà condotta su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati, esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di essere reimmesso all'interno del cavo. In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco. Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

Fanghi biodegradabili
Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.

La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla Direzione Lavori.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20-40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

6.5 TOLLERANZE GEOMETRICHE

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con frequenza adeguata, sono le seguenti:
per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra -0.01 D e +0.1 D;
per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra -0.01 D e +0.1 D;
lunghezza:pali aventi diametro D < 600 mm: ± 15 cm;
pali aventi diametro D > 600 mm: ± 25 cm;
quota testa palo: ± 5 cm.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi e opere di collegamento.

6.6 TRACCIAMENTO

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

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

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

6.7 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO

Pali trivellati
Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura; in seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20-25 cm di diametro interno e da spezzoni non più lunghi di 2.5 m. L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità

e strozzature, e all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0.4-0.6 m3. Esso sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30-60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedre alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0-4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2.5 m e massima di 6.0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0.5-1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura). Tale operazione di scapitozzatura si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Pali trivellati a elica continua armati dopo il getto
Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata a una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50-150 kPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore. Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata. Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione. L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

Pali trivellati a elica continua armati prima il getto
L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura. All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della

rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate nel presente Capitolato.

6.8 CONTROLLO

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è la seguente:

- D.M. 14/01/2008: "Norme tecniche per le costruzioni";
- AGI - Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Norme UNI 7163-79;
- DIN 4150;

L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Queste infatti sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1"½.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla Direzione Lavori.

Pali trivellati
Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, esso potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio. In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e nel presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio, si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato.

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto 2.8.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze, e inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- numero progressivo del palo, così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
- rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto);
- misura dello slump (per ogni betoniera o per ogni 10 m3 di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla Direzione Lavori;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
- risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Fanghi bentonitici

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:
(a) peso di volume;
(b) viscosità Marsh;
(c) contenuto in sabbia;
ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b): prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi;
Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica a): prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta

dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo;
Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c): prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo, con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera.

La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del cake.

Al contrario, per la constatazione delle seguenti caratteristiche si ricorrerà, a cura e spese dell'Impresa, a Laboratorio Ufficiale:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n. 2331-2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%.

Misure del peso specifico o di volume
Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l, imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango. Quest'ultimo, una volta riempito di fango, sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro. Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta. In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso.

L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

Misura della viscosità
Si userà di regola l'imbuto di Marsh, che consiste in un recipiente tronco-conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50.8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm3 e il livello corrispondente 500 cm3.

Misura del pH
Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

Misura del contenuto in sabbia
Si userà di regola un sabbiometro costituito da una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa.

Si otturerà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua.

Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro, avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenuti cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

Misura dell'acqua libera e dello spessore del cake
Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco e inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino, una guarnizione di gomma, una reticella, un disco di carta filtro, un'altra guarnizione di gomma, una cella, una terza guarnizione di gomma, un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO2).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.

Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio, bloccandola permanentemente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO2 e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione, si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato.

Le misure in cm^3 verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

Fanghi biodegradabili
Per il controllo di qualità del fango, a cura dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:
densità del fango biodegradabile fresco;
densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;
prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Impresa potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla Direzione Lavori.

Pali trivellati a elica

Per ciascun palo, l'Impresa dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- numero progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;
- misura dello slump (per ogni betoniera o per ogni 10 m^3 di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

7 TIRANTI DI ANCORAGGIO

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia che in esercizio sono sollecitati a trazione. Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione, detta testata.
In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.
Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma, l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

7.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.

- D.M. 14/01/2008: "Norme tecniche per le costruzioni";
- Raccomandazioni AICAP, "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, richiamate ove pertinenti.

7.2 ELEMENTI COSTITUTIVI DEL TIRANTE

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

a) Testata:
dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sull'opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, e il condotto di iniezione.

b) Armatura:
elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.

c) Tratto libero:
parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio):
tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

e) Canna di iniezione:

è costituita da un tubo, generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio, fra il tratto libero e la fondazione, è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.
Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, e al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

7.3 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo. Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni AICAP.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti a progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova, e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni AICAP.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso, a sua cura e spese, a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0.5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire, con un minimo di un tirante prova.

7.4 SOGGEZIONI GEOTECNICHE, IDROGEOLOGICHE E AMBIENTALI

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

La scelta delle attrezzature di perforazione e i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori, prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi dell'acciaio e del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione

dei tiranti. Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa. L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3 °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6;
- il contenuto in CO, disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH dell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti > 600 mg/l oppure > 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza < 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'Impresa dovrà certificarne l'idoneità.

7.5 **MATERIALI E ELEMENTI COSTRUTTIVI**

7.5.1 ACCIAI

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M. 14/01/2008, emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971, n. 1086.

Si rimanda al par. dedicato per le caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

7.5.2 DISPOSITIVI DI BLOCCAGGIO

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato B della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. 14/01/2008.

7.5.3 PIASTRE DI RIPARTIZIONE

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti e alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

Miscele di iniezione
Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m3 di prodotto:
acqua: 600 kg;
cemento: 1200 kg;
additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0.05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri inferiore allo 0.15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'Aprile 1979.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione
I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso, in corrispondenza del distanziatore, la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a interassi di 2.0-2.5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:
avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari a 1.5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela di iniezione.

7.6 **TOLLERANZE GEOMETRICHE**

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:
il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di ±2°;
la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

7.7 **PERFORAZIONE**

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Impresa dovrà provvedere a eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:
l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite. L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.
Nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro, si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:
portata $\geqslant$ 10 m3/min;
pressione $\geqslant$ 8 bar.

7.8 **ALLESTIMENTO DEL TIRANTE**

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante mediante:
riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1a fase), se necessaria;
introduzione del tirante;
riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
prove di carico di collaudo;
tensionamento del tirante;
iniezione della parte libera;
protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1a fase, l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorchè:

la perforazione sia interamente rivestita;
il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
i trefoli e i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ($i \leq 25°$), sia presente.

Iniezione
La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

7.8.1 CEMENTAZIONE DI PRIMA FASE

Se necessaria, sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1a fase, si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

7.8.2 INIEZIONI SELETTIVE A PRESSIONE E VOLUME COSTANTE

Trascorso un periodo di 12÷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. La 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 valori 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÷24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

7.8.3 CARATTERISTICHE DEGLI INIETTORI

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:
pressione max di iniezione: ≈ 100 bar
portata max: ≈2 m3/h
n. max pistonate/minuto: ≈ 60.

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

7.9 **ELEMENTI DI PROTEZIONE**

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:
classe 1: per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
classe 2: per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1.5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa e in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione, per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura, di almeno 5 mm.
Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive maggiore di 5 mm e una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:
da una guaina individuale in PVC, polietilene o polipropilene nella parte libera;
da una verniciatura in resina epossidica, elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del preforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovranno essere perfettamente riempiti con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

7.10 **TESATURA E COLLAUDO**

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo. L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

La trazione di collaudo (Nc) è pari a 1.2 volte la trazione massima di esercizio (Nes).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento N0 = 0.10 Nes e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito il Progettista. In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.
Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiatura impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:
per gli allungamenti di 0.1 mm;
per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (Nes).

Esse dovranno essere tarate presso un Laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

PROTEZIONI ANTICORROSIVE IN OPERA
La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia, prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in PVC, in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.
Per un periodo non inferiore a 180 (centottanta) giorni, decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire, rispettivamente, a 90 (novanta) e 180 (centottanta) giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

8 SOLAI E PARTIZIONI ORIZZONTALI

Tutte le opere saranno perfettamente aderenti a quanto indicato negli elaborati grafici di progetto In fase di realizzazione saranno rispettate le modalità di esecuzione riportate nel presente disciplinare e prescritte dal produttore. A carico dell'Impresa esecutrice saranno tutti gli oneri derivanti da:

- casseri e puntellazioni;

- elementi portanti prefabbricati e elementi di alleggerimento;
- getto di completamento con calcestruzzo della classe prescritta;
- controlli sul conglomerato e sulle armature;
- lisciatura a frattazzo della superficie superiore;
- formazione di giunti di dilatazione, contrazione, costruzione;

In sede di cantiere, la D.L. potrà integrare le indicazioni e le modalità di lavoro con ulteriori disposizioni, in funzione di particolari esigenze di cantiere.

8.1 DISPOSIZIONI NORMATIVE

Ai sensi del D.M. 09.01.96, nel calcolo e nella realizzazione di solai con impiego di pannelli in c.a.p. e blocchi di laterizio o polistirolo aventi funzioni di alleggerimento, valgono le seguenti disposizioni:

- l'altezza complessiva del solaio deve essere superiore a 1/30 della luce di calcolo dello stesso;
- lo spessore minimo della soletta deve essere di 4 cm e comunque non inferiore a 1/5 dell'altezza del solaio o non inferiore a 5 cm. per i solai di altezza superiore a 25 cm.;
- per solai con luce superiore a ml. 4.50, o nel caso di carichi concentrati rilevanti, si devono predisporre nervature trasversali (rompitratta);
- in corrispondenza degli appoggi si deve disporre un'armatura inferiore, opportunamente ancorata, in grado di assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio agente;
- armatura minima di ripartizione nella soletta: Ø mm.6
- maglia cm. 20 x 20.
- il diametro massimo degli inerti del conglomerato del getto non deve essere superiore a 1/5 dello spessore minimo della nervatura;
- il getto, effettuato su blocchi preventivamente bagnati, deve essere opportunamente vibrato e costipato in modo da ricoprire le armature e garantire l'aderenza con i pannelli ed i blocchi di laterizio.

8.2 SOLAIO A PIASTRA BIDIREZIONALE ALLEGGERITA CON ELEMENTI IN HDPE

Lastra a comportamento statico bidirezionale, alleggerita tramite posa di sfere o tori in polietilene ad alta densità a passi definiti in funzione del diametro del corpo di alleggerimento adottato.
Il diametro delle sfere degli alleggerimenti sarà variabile secondo i seguenti tipi: 180; 225; 270; 315; 360; 405; 450mm.
Gli assi maggiore e minore dei tori di alleggerimento saranno rispettivamente variabili secondo i seguenti tipi 100/225; 140/315; 100/225; 140/315mm.
Posa in opera, getto
Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore consegnerà alla D.L., per ottenerne l'approvazione, una scheda tecnica dei prodotti che intende utilizzare. Gli alleggerimenti in polietilene arriveranno in cantiere in moduli bidirezionali composti dagli alleggerimenti stessi e dalle armature diffuse longitudinali e trasversali e dai tralicci metallici. Ogni modulo sarà numerato secondo l'ordine riportato nella pianta di posa da conservare in cantiere al termine dell'esecuzione della casseratura.
La prima operazione che l'Appaltatore compirà sarà l'esecuzione dell'armatura di sostegno del piano di appoggio, sulla quale saranno posati successivamente i casseri di contenimento inferiori e laterali. Tale operazione sarà completa di contro monte e altre prescrizioni relative. Il dimensionamento delle puntellazioni
Successivamente l'Appaltatore procederà al posizionamento dei distanziatori di altezza pari a quella riportata nelle tavole del progetto. I distanziatori dovranno essere posati perpendicolarmente al ferro di strato più basso.

L'operazione successiva sarà il sollevamento e la posa dei singoli moduli di alleggerimento completi dell'armatura di base e della gabbia tralicciata metallica. I punti di aggancio di ogni modulo saranno presenti nei moduli stessi tramite saldatura.
Terminata la posa dei moduli, l'Appaltatore provvederà a disporre l'armatura trasversale inferiore all'interno delle fughe tra una fila di sfere e l'altra. L'armatura a punzonamento in prossimità dei pilastri sarà, nella maggior parte dei casi, già saldata nelle gabbie di armatura di ogni modulo laddove prevista dagli elaborati di progetto. In casi particolari si potrà prevedere una integrazione dell'armatura di punzona mento da predisporre in opera.
Terminata l'operazione precedente, l'Appaltatore poserà l'armatura superiore secondo gli elaborati grafici di progetto.
Ultimata la posa delle armature avrà inizio l'operazione di getto del calcestruzzo il quale avrà le caratteristiche indicate sui cartigli degli elaborati grafici. La fase di getto sarà divisa in due parti per limitare l'effetto di galleggiamento degli elementi di alleggerimento come evidenziato nello schema del piano di posa. Il calcestruzzo dovrà essere posato in modo tale da non provocare alcun spostamento delle armature e in maniera uniforme e senza accumuli.
I puntelli di sostegno saranno rimossi soltanto dopo la maturazione del calcestruzzo secondo quanto previsto dalla normativa.

9 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

La messa in opera dei materiali di seguito descritti dovrà essere perfettamente aderente a quanto indicato negli elaborati grafici e descrittivi di progetto.
In sede di cantiere, se la D.L. e i Progettisti lo riterranno opportuno, potranno integrare le indicazioni e le modalità di lavoro con disposizioni generate da particolari esigenze di cantiere.

9.1 PRESCRIZIONI E ONERI GENERALI

9.1.1 PROGETTO DELLE STRUTTURE

Tutte le strutture in acciaio saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione redatti a cura e spese dalla Committenza. L'Impresa esecutrice avrà l'onere della verifica dei calcoli statici forniti e della redazione dei disegni particolareggiati d'officina, che saranno sottoposti all'approvazione della D.L. nei tempi previsti dai documenti contrattuali.
L'impresa esecutrice dovrà riconoscere il progetto perfettamente attendibile e dichiarare di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera. Prima dell'inizio dei relativi lavori e delle provviste, l'Impresa comunicherà per iscritto di aver preso conoscenza del progetto, di averne controllato i calcoli statici a mezzo di ingegnere o architetto di sua fiducia e di concordare pienamente nei risultati finali.
L'esecuzione di strutture in acciaio sarà strettamente conforme a tutte le norme contenute nella legge 5 novembre 1971, n.1086; le caratteristiche qualitative e le prove di accettazione dei materiali sono regolamentate parte seconda, punto 2. Le opere da realizzarsi nelle zone dichiarate sismiche dovranno essere conformi alla legge 2 febbraio 1974, n.64 concernente "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" ed al D.M. 3 marzo 1975 concernente "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche e disposizioni concernenti l'applicazione delle zone tecniche per le costruzioni in zone sismiche" e successive modificazioni ed integrazioni.

9.1.2 QUALITÀ E MARCATURA DEI MATERIALI

Nella realizzazione delle opere saranno impiegati solo i materiali rispondenti alle caratteristiche descritte negli elaborati di progetto.
Il materiale impiegato per la realizzazione delle opere dovrà essere nuovo ed esente da difetti palesi od occulti e dovrà rispettare quanto prescritto dall'allegato 8 del D.M. 14 febbraio 1992, sopraccitato. In particolare ogni partita di materiale sarà corredata:

- marcatura per identificazione del prodotto qualificato;
- documentazione di accompagnamento delle forniture;
- controlli in officina e/o in cantiere su prodotti qualificati e non qualificati.

La documentazione dovrà attestare che le caratteristiche meccaniche e di produzione dei materiali forniti corrispondono ai requisiti richiesti. Tutti i prodotti dovranno giungere in cantiere esenti da qualsiasi difetto o danneggiamento, per carichi omogenei in funzione del programma delle opere e delle sequenze di montaggio. Non saranno accettati materiali e sfridi provenienti da precedenti lavorazioni.
Prove e accertamenti
L'accertamento delle caratteristiche meccaniche degli acciai sarà eseguito in conformità alle vigenti disposizioni con particolare riguardo alle Norme UNI sia per quanto riguarda il numero dei saggi da prelevare che per le modalità di prelievo e di prove.

Le analisi chimiche saranno eseguite conformemente al D.M. LL.PP. 14/01/2008.
In mancanza di una esplicita dichiarazione del produttore, per verificare che l'acciaio non sia effervescente deve essere effettuata la prova Baumann, secondo UNI 3652 65.

9.2 **DEFINIZIONE DELLE OPERE**

Tutte le strutture saranno realizzate con acciaio per costruzioni in carpenteria metallica avente le seguenti caratteristiche:
Acciaio tipo S 355 J0:

- Tensione caratteristica di snervamento — fyk ≥ 355 MPa per t ≤ 40mm
- Tensione caratteristica di rottura — ftk ≥ 510 MPa per t ≤ 40mm
- Modulo di elasticità Esm — 206GPa

Trattamenti e finiture
Tutte le strutture metalliche fuori terra dovranno avere resistenza al fuoco R 90. I profili metallici non a vista, saranno trattati con intonaco intumescente nello spessore necessario a garantire dette prestazione mentre le opere a vista saranno protette con applicazione di vernice intumescente.
Le carpenterie metalliche per strutture non a vista saranno sottoposte al seguente ciclo di trattamento superficiale:

sabbiatura Sa 2 e ½ ss;
primer zincante inorganico 30 µm;
trattamento con vernice intumescente R90.

Le strutture a vista saranno sottoposte al seguente ciclo di finitura:

sabbiatura Sa 2 e ½ ss;
primer zincante inorganico 30 µm;
trattamento con vernice intumescente R90;
primer inorganico 30 µm;
vernice epossivinilica;
ritocchi in opera.

Per ovviare l'incompatibilità fra la vernice intumescente e la finitura superficiale con smalto epossivinilico è richiesta l'interposizione di una mano di primer inorganico.

9.3 **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

Tutti gli elementi, di lunghezza inferiore a quella commerciale, saranno forniti in un solo pezzo senza giunti.
Particolare attenzione sarà posta nella realizzazione dei giunti saldati e, in generale, in tutti i tipi di unione che saranno scrupolosamente eseguiti secondo quanto disposto dalla norma Uni 10011/92.

9.3.1 LAVORAZIONI IN OFFICINA

Le lavorazioni di officina dovranno essere condotte nel rigoroso rispetto di quanto prescritto al punto 9 delle norme CNR 10011/92 e saranno eseguite da personale qualificato con l'uso di attrezzature, macchinari, tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati. L'Impresa esecutrice sarà pienamente responsabile della buona esecuzione del lavoro e non potrà invocare attenuante alcuna in caso di risultati contestati o contestabili, dovuti ad imperizia o mancato rispetto di prescrizioni stabilite dalle norme ufficiali e dal presente disciplinare.
In particolare dovranno essere rispettate le prescrizioni circa le operazioni elementari di produzione ossia:

lavorazioni di macchina (raddrizzamento, tagli e finitura, foratura, etc.);
saldatura;
tecniche esecutive di saldatura;
ispezioni e collaudi;
marcatura e spedizione dei pezzi.

Tagli e finiture
Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature. Il taglio a ossigeno è ammesso purché regolare.
I tagli irregolari saranno ripassati con la smerigliatrice. Tagli e finiture saranno conformi a quanto disposto al punto 9.8 della norma CNR UNI 10011/92.
Forature
I fori per i bulloni dovranno essere preferibilmente eseguiti con trapano, quelli eseguiti a mezzo di punzone saranno successivamente rettificati con un'alesatrice.
I fori eseguiti a mezzo punzonatura avranno un diametro di almeno 3 mm minore del diametro del foro definitivo che sarà ottenuto allargando il foro con il trapano e l'alesatrice. Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano troncoconico formato col punzone, avrà diametro di almeno 3 mm minore del diametro del foro definitivo, che sarà poi ottenuto allargando il foro a mezzo trapano e alesatrice.
È assolutamente vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori destinati ai bulloni.
I pezzi destinati ad essere bullonati in opera, saranno marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni definite all'atto dell'alesatura dei fori.
Saldature
Le saldature saranno eseguite come prescritto dalle specifiche appositamente redatte dall'Istituto Italiano della Saldatura. Le caratteristiche dimensionali e costruttive delle saldature saranno rispondenti a quanto previsto dai disegni di officina approvati dalla D.L. Per quanto necessario sono altresì da osservare le raccomandazioni della norma EN 1011-1.
Assemblaggio tramite saldatura in officina
Tutti gli assemblaggi formati tramite saldatura eseguita esclusivamente in officina, saranno obbligatoriamente effettuati secondo i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO2 o sue miscele;

Diversi procedimenti di saldatura che possano comunque garantire una lavorazione pienamente efficiente, dovranno essere preventivamente verificati mediante prove disposte dalla D.L.
Il materiale depositato, risponderà alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI 5132, per quanto attiene il procedimento manuale gli elettrodi impiegati dovranno essere sempre del tipo omologato
Raddrizzamento e spianamento
Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere eseguiti esclusivamente con dispositivi agenti per pressione. Dovranno sempre essere rispettate le prescrizioni della norma CNR UNI 10011/92.

9.3.2 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Tutte le superfici per le quali sia prevista la sabbiatura saranno lavorate con grado minimo Sa 2½ secondo Swedish Standard.
Zincatura a caldo
Esistono diversi procedimenti di "zincatura a caldo", quello a cui il termine è generalmente riferito, prevede un bagno, per immersione, del metallo in una vasca di zinco alla temperatura media di 455° (quindi allo stato fuso). Durante la zincatura a caldo lo zinco ricopre l'acciaio e forma una vera e propria lega con lo strato superficiale del materiale. I pezzi lavorati raggiungono il corretto grip e la resistenza meccanica necessaria.
La zincatura a caldo effettuata attraverso immersione di zinco fuso, è normata dalla UNI 5744, e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn = 99,90 (UNI 2013);
- la quantità di zinco minima per i laminati (profilati a caldo ed a freddo, tubi, piatti, larghi piatti, ecc) deve essere pari a 600 gr/mq; per dadi, bulloni ecc. pari a 400 gr/mq (UNI 5744);
- lo strato di zinco deve presentarsi uniforme e deve essere esente da incrinature, scaglie, scorie e altri analoghi difetti. Esso deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base;
- sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo utensile, ad eccezione della filettatura dei bulloni e dei dadi.

Dopo la zincatura i dadi devono potersi agevolmente avvitare ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non devono avere subito deformazioni o alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche.
Zincatura a freddo
Il rivestimento della carpenteria in metallo ferroso non esposta agli agenti atmosferici, sarà realizzato con antiruggine zincante a freddo, previa un'accurata pulizia dei pezzi.
La "zincatura a freddo" è un processo completamente differente alle precedenti tipologie di zincatura. In questo caso la "zincatura", è ottenuta tramite una verniciatura costituita da resine sintetiche e solventi, con funzioni leganti, e zinco metallico.

- applicazione a rullino e pennello od a spruzzo di una o più mani di zincante monocomponente inorganico con alta percentuale di zinco metallico 65%, a base sintetica, sovraverniciabile con primer epossidici , intermedi e finiture epossidiche o poliuretaniche.

Il primer ai fosfati di zinco impiegato sarà un'antiruggine a base di resine alchiliche corto olio, avente al suo interno fosfato di zinco in modo tale che sia garantita un'elevata protezione contro la dissoluzione anodica e di ritardo nella formazione della ruggine. Il prodotto impiegato sarà in grado di garantire una buona bagnatura del substrato nonché una rapida essicazione.
Si riassumono di seguito le caratteristiche tecniche.

Aspetto	Opaco
Colore	Rosso ossido

Peso specifico	1,40 ± 0,1 Kg/dmc, a 23°C
Contenuto in solidi	66 ± 4 ‰
Essicazione	A 20° e con buona ventilazione: fuori polvere 10'-30'; duro in profondità 10 - 15h
Metodi di applicazione	A spruzzo airmix od airless
Condizioni di applicazione	Applicazione con temperature comprese tra i 5°C ed i 35°C ed in atmosfere non umide, su ferro perfettamente pulito dopo sabbiatura Sa 2,5
Diluizione	Con ca. il 10-20% di diluente nitro extra
Consumo teorico riferito allo spessore del film secco	ca. 80 – 130 g/mq
Magazzinaggio	Almeno 12 mesi

9.3.3 CICLO DI VERNICIATURA DEI PROFILI METALLICI

In genere le strutture devono ricevere una mano di fondo prima delle spedizioni ad eccezione delle superfici interessate dalle unioni di attrito e delle parti destinate ad essere incorporate in c.a.
Dopo il montaggio in opera dovranno essere eseguiti i necessari ritocchi alla zincatura o mano di vernice di fondo data in precedenza per poi procedere all'applicazione di mani successive di vernice secondo le indicazioni di progetto. L'Impresa dovrà indicare l'officina ove i pezzi vengono trattati e sarà facoltà della D.L. accedervi per effettuare i vari controlli sul tipo di prodotto applicato e sulle modalità di esecuzione.

Il ciclo di verniciatura comprende le seguenti lavorazioni:

- protezione delle strutture con pittura intumescente R 90, spessore totale secondo la passività dell'elemento metallico trattato, steso in due mani;
- smalto epossivinilico a catalizzatore, caratterizzato da buona brillantezza, resistenza agli alcali, acidi ed acqua, indicato come finitura in sistemi ad altissima resistenza chimica per esposizione all'esterno. Sovraverniciabile senza limitazioni massime di tempo.

Pittura intumescente
Pittura intumescente R 90 a base di polifosfati, agenti gasogeni e opportuni pigmenti in veicolo acrilico modificato. Lo spessore sarà determinato in conformità a quanto previsto dalle norme UNI 9503, e dovranno essere garantite:

- resistenza ad una temperatura massima di 250 °C;
- inalterabilità all'esposizione agli agenti esterni in ambiente marino industriale per almeno 5 mesi prima della sovraverniciatura;
- idoneità di essere coperto con pitture a base di: clorocaucciù, resine alchidiche, resine epossidiche, resine viniliche, resine fenoliche, resine puliuretaniche, alluminio per alte temperature, siliconiche.

Si riassumono di seguito le caratteristiche tecniche.

Aspetto	Opaco
Colore	Bianco opaco
Peso specifico	1,30 ± 0,05 Kg/dmc, a 23°C
Contenuto in solidi	60 ± 2 ‰
Essicazione	A 20° e con buona ventilazione: 2 – 4 h al tatto; 36 – 48 per ricopertura; 6 – 7 giorni per ottenere il completo indurimento
Metodi di applicazione	Pennello o spruzzo airless
Condizioni di applicazione	Applicazione con temperature comprese tra i 5°C ed i 35°C ed in atmosfere non umide, su ferro perfettamente pulito dopo sabbiatura Sa 2,5
Diluizione	Con ca. il 10-20% di diluente nitro extra
Consumo teorico riferito allo spessore del film secco	ca. 80 – 130 g/mq
Magazzinaggio	Almeno 6 mesi

Vernice epossivinilica
Finitura epossivinilica ad alto spessore dotata di elevata resistenza chimica, facile manutenzione e ampio spettro di compatibilità con primer zincanti organici, inorganici ed epossidici puri e/o modificati.
Prima dell'applicazione il prodotto dovrà essere ben miscelato ed eventualmente diluito con l'impiego di diluente epossidico. La vernice sarà applicata a spruzzo convenzionale o ad airless secondo le indicazioni della casa produttrice con temperature non inferiori a + 5 C°. L'utilizzo del pennello è consigliato solo nel caso di superfici limitate.
Il prodotto nei colori della scala RAL previsti dagli elaborati di progetto, sarà rispondente alle seguenti caratteristiche generali:

Solidi in Volume	%	41± 1
Peso Specifico	g/l	1230 ± 20
Spessore consigliato	µ	80-100
Resa teorica	mq/Kg	3,5-4
Brillantezza	gloss	Semilucido
Indurente	tipo	Poliammidico EF
Rapporto di miscelazione	peso	100:10
Pot life a 20	°C	ore 8
Metodo di applicazione		Pennello (zone limitate) Spruzzo / Airless
Punto di infiammabilità	°C	23

Parti annegate nel getto o nelle murature
Le parti destinate ad essere incorporate nei getti di conglomerato cementizio non devono essere verniciate, bensì accuratamente sgrassate.

9.3.4 MONTAGGIO

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale abilitato ad eseguire tali lavori, mezzi d'opera ed attrezzature forniti dall'Impresa esecutrice in numero sufficiente affinché il lavoro

proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità, secondo la progressione temporale prevista in programma. L'impresa si assumerà la piena e incondizionata responsabilità delle opere e prima dell'apertura del cantiere
Notificherà, a mezzo lettera il nome del direttore del cantiere e del capo cantiere responsabile, la cui presenza in luogo sarà continuativa.
Il personale responsabile del cantiere dovrà possedere la preparazione professionale necessaria a garantire un lavoro ineccepibile sotto il profilo tecnico.
I mezzi di sollevamento o di lavoro saranno dotati delle seguenti certificazioni e dovranno garantire la sicurezza e l'esecuzione dei montaggi nei tempi previsti:

- benestare tecnico europeo (ETA) e marcatura CE che ne attesti l'idoneità per applicazioni su calcestruzzo non fessurato (opzione 7) con barre filettate zincate, in acciaio inox A4 e acciaio C 1.4529;
- certificazione di resistenza al sisma ICC ER 6149;
- omologazione specifica per ferri da ripresa su calcestruzzo secondo Eurocodice 2;
- certificazione antifuoco F 120 (IBMB) M8-M30 secondo la curva di incremento termico ISO 834 - DIN 4102 parte 2;
- certificazione Socotec KX 0866 per barre ad aderenza migliorata su calcestruzzo non fessurato;
- caratterizzazione meccanica eseguita presso laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Unioni bullonate
Le viti, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo o impresso, il marchio del fabbricante e la classe. Nei giunti flangiati devono essere particolarmente curati la planarità ed il parallelismo delle superfici di contatto.
Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono garantire una precisione non minore di più cinque per mille.
Il valore della coppia di serraggio Ms, da applicare sul dado o sulla testa del bullone, sarà quella indicata nelle Norme Tecniche D.M. 14/01/2008 e dalle Norme CNR UNI vigenti all'atto dell'esecuzione. Durante il serraggio è opportuno procedere come segue:

- serrare i bulloni, con una coppia pari circa al 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come più sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Tolleranze
Le tolleranze sull'opera finita devono corrispondere alle migliori regole costruttive tenuto conto della funzionalità dell'opera.

9.4 **CONTROLLI E ACCETTAZIONI**

Tutti i materiali e le lavorazioni che formano oggetto del contratto di fornitura o di appalto potranno essere ispezionati e sottoposti a verifica da parte della Direzione dei Lavori presso l'officina costruttrice o in cantiere. L'Impresa fornirà ogni assistenza necessaria all'espletamento delle attività d'ispezione e verifica senza che ciò dia diritto a compensi aggiuntivi. Controlli e verifiche saranno effettuati secondo le indicazioni e i metodi di prova previsti dalla norme vigenti in relazione a:

- materiali di costruzione;
- verifica dell'efficienza dei giunti serrati con l'applicazione di coppia torcente;
- controlli dimensionali sia sui singoli pezzi che sugli elementi premontati.

Se alla verifica alcune parti di fornitura risultano difettose o comunque non efficienti, il Committente ha il diritto di ottenere l'eliminazione dei difetti nel minor tempo possibile, di respingere la fornitura o di chiedere la riduzione del prezzo.

La data di approntamento del materiale da verificare sarà notificata per iscritto, con debito anticipo, al Committente e alla D.L.
In caso di collaudo in opera l'Impresa avrà l'onere di fornire a sue spese tutta la collaborazione, l'assistenza, il personale e le attrezzature necessarie per eseguire il collaudo e le prove richieste.