AZIENDA AUTONOMA DI STATO
PER I SERVIZI PUBBLICI
REP. SAN MARINO – Via A. di Superchio, 16 – 47893 CAILUNGO (B-5)
Tel. 0549 883700 – Fax 0549 883720 – e-mail: info@aass.sm – www.aass.sm
Cod.Op. Econ. SM 02463

Direttore ing. Raoul Chiaruzzi

Ufficio Programmazione Studi e Progetti

OGGETTO : CONSOLIDAMENTO PIAZZALE P3 CENTRO DI RACCOLTA DI SAN GIOVANNI

ARGOMENTO: CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - LAVORI STRUTTURALI

| | | |
|---|---|---|
| Progettisti: | - | Revisione elaborati: |
| Collaboratori: | ing. Giuliana Gattazzo | - |
| | | - |
| | | - |
| Approvazione: | ing. Raoul Chiaruzzi | - |
| Elaborato: | E-11 | |
| Repertorio: | SGIOV-16-01 | Data: 28/03/2022 |

AZIENDA AUTONOMA DI STATO PER I SERVIZI PUBBLICI
VIA ANDREA DI SUPERCHIO, 16 - 47893 - CAILUNGO
REPUBBLICA DI SAN MARINO

CONTATTI:
PROGETTAZIONE@AASS.SM
0549 883700

Sul presente elaborato grava il diritto di propietà, per cui ne è vietata la riproduzione anche parziale, cessione a terzi, la diffusione, se non dietro nostra espressa autorizzazione scritta. Ogni violazione sarà perseguita ai sensi delle vigenti leggi civil e penali.

# INDICE LAVORI EDILI

**SEZIONE A** ..... **4**

A.1 INFORMAZIONI GENERALI ..... 4
A.2 OPERE IN ESECUZIONE ..... 4
*A.2.1 Paratia a valle delle opere ..... 4*
*A.2.2 Muri di sostegno in c.a. lato monte: ..... 4*
*A.2.3 Vasca in c.a. per il recupero idrico. ..... 4*
*A.2.4 Pavimentazioni in c.a. lato monte. ..... 5*
*A.2.5 Basamento in c.a. per la pesa: descrizione delle opere strutturali. ..... 5*
*A.2.6 SOLAI IN C.A. REALIZZATI IN OPERA ..... 5*
*A.2.7 STRUTTURE IN ACCIAIO ..... 5*
*A.2.8 CONNESSIONI STRUTTURE IN ACCIAIO-STRUTTURE IN C.A. ..... 5*

**CAPITOLO 1** ..... **6**

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI ..... 6
*1.1.1 Generalità ..... 6*
*1.1.2 Contabilizzazione delle varianti ..... 6*
*1.1.3 Tiranti di ancoraggio ..... 6*
*1.1.4 Pali di fondazione ..... 6*
*1.1.5 Opere in cemento armato ..... 6*
*1.1.6 Casseforme ..... 7*
*1.1.7 Acciaio per strutture in c.a. ..... 7*
*1.1.8 Paratie di Calcestruzzo Armato ..... 7*
*1.1.9 Calcestruzzi ..... 7*
*1.1.10 Conglomerato Cementizio Armato ..... 7*
*1.1.11 Solai ..... 7*
*1.1.12 Lavori di Metallo ..... 8*
*1.1.13 Manodopera. ..... 8*
*1.1.14 Noleggi ..... 8*
*1.1.15 Trasporti ..... 9*

**CAPITOLO 2** ..... **10**

QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI ..... 10
*Art. 2.1 NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI ..... 10*
*Art. 2.2 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE ..... 10*
*Art. 2.3 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE ..... 11*
*Art. 2.4 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO ..... 11*
*Art. 2.5 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE ..... 12*
*2.5.1 Calcestruzzo per Usi Strutturali, Armato e non, Normale e Precompresso. ..... 12*
*2.5.1.1 Modalità di confezionamento dei provini di calcestruzzo ..... 13*
*2.5.2 Acciaio ..... 14*
*2.5.3 Acciaio per usi strutturali ..... 17*

**CAPITOLO 3** ..... **19**

MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO ..... 19
*Art. 3.1 PARATIE ..... 19*
*Art. 3.2 PALIFICAZIONI ..... 19*
*3.2.1 Pali trivellati ..... 19*
*3.2.2 Prove di carico sui pali ..... 23*
*Art. 3.3 Opere in cemento armato ..... 23*
*3.3.1 Pali Trivellati ..... 25*
*3.3.2 Disposizioni Valevoli per Ogni Palificazione Portante ..... 26*
*Art. 3.4 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO ..... 26*
*3.4.1 Generalità ..... 26*
*3.4.2 Norme per il Cemento Armato Normale ..... 27*
*3.4.3 Responsabilità per le Opere in Calcestruzzo Armato ..... 27*
*Art. 3.5 SOLAI ..... 28*
*3.5.1 Generalità ..... 28*

*3.5.2 Solai di Cemento Armato - Misti - Prefabbricati: Generalità e Classificazione ..... 28*
*Art. 3.6 STRUTTURE IN ACCIAIO ..... 28*
*3.6.1 Generalità ..... 28*
*3.6.2 Acciaio per Cemento Armato ..... 32*
*3.6.3 Acciaio per Strutture Metalliche e per Strutture Composte ..... 32*

**CAPITOLO 4 ..... 35**

*Art. 4.1 TIRANTI ..... 35*
*4.1.1 Tiranti – specifiche di costruzione ed esecuzione rif. § 11.5.2 delle NTC 2008. ..... 35*
Trefoli: ..... 35
Piastre di testata: ..... 35
Piastre di ripartizione: ..... 35
Prescrizioni per la boiacca cementizia: ..... 35
*Additivi:* ..... 35
Guaine in materiali plastici: ..... 36
Centratori e distanziatori: ..... 36
Dispositivi per l'iniezione: ..... 36
Modalità esecutive: Perforazione: ..... 37
Protezione standard delle testate dei tiranti: ..... 38
Protezione della testata del tirante dotato di cella di carico: ..... 39
*4.1.2 PROVE DI COLLAUDO SUI TIRANTI ..... 41*

# SEZIONE A

## A.1 INFORMAZIONI GENERALI

Le presenti specifiche riguardano gli interventi di realizzazione delle opere strutturali per la sistemazione dei terreni in scarpata con allargamento del Piazzale Permeabile in Via Quarta Gualdaria - Fiorentino (R.S.M.).
I contenuti di questo documento devono essere letti congiuntamente con il capitolato generale.
*In particolare le seguenti specifiche contengono informazioni tecniche e tecnologiche per quanto riguarda operazioni o lavorazioni da eseguirsi per la realizzazione delle* ***sole opere strutturali****. Le opere di rinterro, i drenaggi, il sistema di raccolta e smaltimento acque e le massicciate del piazzale sono escluse dal presente CSA*.

## A.2 OPERE IN ESECUZIONE

Le opere strutturali in oggetto consistono nelle paratie di contenimento e muri di sostegno a presidio dei movimenti di terra, secondo quanto mostrato nelle tavole esecutive, per la realizzazione dell'ampliamento del Piazzale P3 con destinazione d'uso area di manovra di autocarri e stoccaggio celle scarrabili del peso di 25 t,, sito in località San Giovanni.

### A.2.1 Paratia a valle delle opere

Trattasi di una paratia di pali in c.a. trivellati di diametro 80 cm, posti ad interasse variabile come da tavole esecutive allegate, con soprastante cordolo in c.a di collegamento e **tiranti di ancoraggio** atti quindi a creare una struttura resistente a "cavalletto".
Tale paratia ha l'importante funzione di presidiare tutte le opere previste in progetto a monte ed i relativi nuovi sovraccarichi, garantendo la stabilità del versante anche in condizioni sismiche.
Superiormente alla paratia in c.a. è previsto un muro in c.a..
A tergo il piano viario è previsto in riporto di materiale arido e/o di cava per evitare che il piano viario possa subire forti assestamenti e cedimenti come quelli derivanti dall'eventuale impiego del terreno di risulta degli scavi.
Le opere di drenaggio a tergo della paratia, il collegamento ai pozzetti di raccolta delle acque e le canalizzazioni in opportuni recapiti del sistema fognario sono escluse dal CSA in oggetto.

### A.2.2 Muri di sostegno in c.a. lato monte:

Trattasi di muri in c.a. con fondazione su pali trivellti di diametro 60 cm, posti ad interasse variabile come da tavola esecutive. **Nella zona lato nicchia di distacco i muri sono dotati di tiranti di ancoraggio**.
A tergo dei muri è previsto in riporto di materiale arido e/o di cava per evitare che il piano viario possa subire forti assestamenti e cedimenti come quelli derivanti dall'eventuale impiego del terreno di risulta degli scavi.
Le opere di drenaggio a tergo della paratia, il collegamento ai pozzetti di raccolta delle acque e le canalizzazioni in opportuni recapiti del sistema fognario sono escluse dal CSA in oggetto.

### A.2.3 Vasca in c.a. per il recupero idrico.

Trattasi di una vasca in c.a. con struttura portanti a setti, fondata su pali trivellati di diametro 60 cm, posti ad interasse variabile come da tavola esecutive, con soprastante soletta in c.a.

### A.2.4 Pavimentazioni in c.a. lato monte.

Si tratta di una pavimentazione in calcestruzzo dello spessore di cm 30, che si fonda su una massicciata di fondazione e sulla testa del muro in c.a. tramite uno strato di neoprene di spessore 25 mm, e prosegue a sbalzo di luce pari a 1.50.

Sul bordo muro è prevista l'installazione di un guard-rail e sul bordo dello sbalzo un parapetto metallico esclusi dal presente CSA

.

### A.2.5 Basamento in c.a. per la pesa: descrizione delle opere strutturali.

Trattasi di una soletta in c.a. di spessore cm 40 innervata da travi, fondata su pali trivellati di diametro 60 cm, posti ad interasse variabile come da tavola esecutive.

Le fondazioni sono di tipo profondo su pali trivellati in c.a. del diametro di 60 cm e di lunghezza 8.0 m.

I reinterri ed i riporti i drenaggi a tergo delle opere di sostegno e le massicciate di fondazione della pavimentazione in calcestruzzo sono escluse dal presente Capitolato d'Appalto e dall'incarico e dalle competenze della SAGE s.r.l. e dell'ing. Secondo Bianchi.

### A.2.6 SOLAI IN C.A. REALIZZATI IN OPERA

Sono previsti nelle zone di copertura della vasca di accumulo idrico.

### A.2.7 STRUTTURE IN ACCIAIO

Sono previste le seguenti strutture metalliche:

1. STRUTTURE METALLICHE con funzione di binari per le Bio-Celle;
2. SCALE IN ACCIAIO: Le scale in acciaio in progetto sono escluse dalle presenti specifiche ma sono comprese solo le connessioni fra strutture in c.a. e strutture in acciaio delle scale;
3. GUARD-RAIL E PARAPETTO SU SBALZO: Anche il guard-rail ed il parapetto della balconata sono esclusi dalle presenti specifiche.

### A.2.8 CONNESSIONI STRUTTURE IN ACCIAIO-STRUTTURE IN C.A.

Le connessioni tra le travi metalliche e i pilastri alle opere in c.a. sono realizzate mediante apposite piastre da annegare nei getti opportunamente dotate di tirafondi o staffe di ancoraggio con tasselli chimici come da indicazioni riportate negli elaborati esecutivi.

# CAPITOLO 1

## NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

### 1.1.1 Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.
Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate.
Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.
In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

### 1.1.2 Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto dall'elenco prezzi. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature superiori. Soltanto nel caso che la D.L. abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.
Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla D.L., sarà facoltà insindacabile della D.L. ordinare le demolizioni delle opere e la loro ricostruzione a cura e a carico dell'Impresa; ovvero, ove le minori dimensioni risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.
Le misure saranno prese in contraddittorio, man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti.

### 1.1.3 Tiranti di ancoraggio

Saranno pagati con i relativi articoli di elenco prezzi nei quali devono intendersi compresi e compensati, oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e prescrizioni delle Norme Tecniche e in particolare:

- per i tiranti tutte le prove di controllo sulla resistenza degli acciai;
- per le iniezioni tutte le prove per il controllo della fluidità, della essudazione e della resistenza a compressione;
- collaudo, tesatura dei tiranti.

I perfori e i tiranti verranno pagati in base alla loro effettiva profondità.

### 1.1.4 Pali di fondazione

La lunghezza sarà valutata dalla quota del sottoplinto fino alla massima profondità accertata. È compreso nel prezzo a metro lineare ogni onere ed attività necessari a soddisfare i requisiti progettuali comprese le prove e i controlli specificati nel Capitolo 3.

### 1.1.5 Opere in cemento armato

I manufatti in calcestruzzo verranno valutati a volume con metodi geometrici. Nei prezzi sono compresi la vibrazione, l'onere delle prove e dei controlli.

### 1.1.6 Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio. Sono comprese le armature, i ponteggi di sostegno delle casseformi e il disarmo.

### 1.1.7 Acciaio per strutture in c.a.

Il ferro tondino per strutture in cemento armato dovrà di norma, essere valutato a peso, prima della posa in opera, mediante pesature da effettuarsi in contraddittorio su bascola controllata.

E' ammessa la determinazione della quantità attraverso lo sviluppo dei disegni esecutivi del c. a. e con applicazione dei pesi unitari indicati nei manuali. In tal caso sarà applicato alla fine un aumento del 10 % a compenso di legature, ganci, saldature, sovrapposizioni ecc. Nel prezzo si intendono compresi tutti gli oneri di lavorazione e posa in opera come previsto dalle prescrizioni o norme vigenti.

### 1.1.8 Paratie di Calcestruzzo Armato

Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

### 1.1.9 Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori. Nei relativi prezzi, oltre agli oneri delle murature in genere, si intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

### 1.1.10 Conglomerato Cementizio Armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'acciaio in barre per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

### 1.1.11 Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro quadro.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà pagata al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni

opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

### 1.1.12 Lavori di Metallo

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

Essi compensano oltre il tiro e trasporto in alto ovvero a discesa in basso, tutte le forature, tagli e lavorazioni, etc. occorrenti per collegare le teste di tutte le travi di solai con tondini, tiranti avvolgimenti, bulloni e chiodature, etc. e tutte le opere per assicurare alle travi un punto di appoggio, ovvero per collegare più travi tra loro, etc. qualsiasi altro lavoro prescritto dal Committente per la perfetta riuscita del lavoro.

### 1.1.13 Manodopera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non soddisfino alla Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'Appaltatore è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'Impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione Appaltante.

### 1.1.14 Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica ed a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno, e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i

meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione della Stazione Appaltante e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

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

### 1.1.15 Trasporti

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

# CAPITOLO 2

## QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

### Art. 2.1 NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

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

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

L'esecutore che, di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza, da parte della Direzione dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

### Art. 2.2 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE

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

b) Cementi e agglomerati cementizi.

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2.

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

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

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

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

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

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

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

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027-1 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606.

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

## Art. 2.3 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

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

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

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

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

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13055-1.

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

## Art. 2.4 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

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

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

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771.

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

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

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

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

## Art. 2.5 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

### Generalità

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

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dalla Direzione dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere della Direzione dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

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

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

a) laboratori di prova notificati di cui all'allegato V del Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011;
b) laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

### 2.5.1 Calcestruzzo per Usi Strutturali, Armato e non, Normale e Precompresso.

#### Controllo di Accettazione

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 2.5.1.1 Modalità di confezionamento dei provini di calcestruzzo

Il confezionamento dei provini in calcestruzzo, alla presenza del Direttore dei Lavori o di un suo incaricato, dovrà essere eseguito **dall'Impresa Appaltatrice**, secondo la UNI EN 12390 2:2019 "Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza".

La norma specifica i metodi per la confezione e la conservazione dei provini per le prove di resistenza. Riguarda la preparazione ed il riempimento delle casseforme, la compattazione del calcestruzzo, il livellamento della superficie, la stagionatura dei provini ed il loro trasporto.

In particolare valgono anche le seguenti prescrizioni:

- il calcestruzzo non deve mai essere prelevato dall'opera dopo essere stato gettato;
- le casseforme non devono mai essere riempite durante lo scarico prelevando il calcestruzzo direttamente dalla "canala".

La cassaforma o "cassero" dei provini, che dovranno essere in PVC, le cui pareti devono essere, preventivamente, trattate con disarmante, "non reattivo" deve essere riempita in tre strati, ciascuno dei quali deve essere compattato, a rifiuto, (vibratore interno, tavola vibrante, pestello o barra di compattazione) ovvero fino a quando scompare dalla superficie l'affioramento di grosse bolle di aria e si può considerare completa la fuoriuscita di tutte le sacche d'aria intrappolate nella miscelazione.

Al termine la parte libera del provino deve essere rasata con una "cazzuola", o con un "fratazzo", inumidito.

Una volta confezionati i provini il **Direttore dei lavori**, deve sempre compilare il verbale di prelievo e deve sempre apporre l'etichetta identificativa, collocando quest'ultima sulla parte superiore del provino, precedentemente rasata. Il provino deve sempre essere protetto dagli agenti atmosferici con il suo coperchio.

I provini, nel giro di qualche ora, vanno allontanati dal punto di prelievo e custoditi in un ambiente idoneo alla stagionatura (T=20 ± 2°C; UR ≧ 95%), se per problemi contingenti non fosse possibile allocarli subito in camera umida, o vasca, i provini devono essere disposti su una superficie piana e devono essere protetti dall'irraggiamento solare e dalla evaporazione.

I risultati delle prove di laboratorio effettuate sui materiali, appena emessi da parte del Laboratorio Incaricato, dovranno essere trasmessi entro 15 giorni alla D.L. delle opere strutturali per l'esecuzione dei controlli di accettazione.
*Nel caso in cui i controlli di accettazione non abbiano esito positivo, le indagini integrative necessarie, i carotaggi e le indagini sui carotaggi sul calcestruzzo in opera, da eseguire secondo le disposizioni delle norme tecniche per le costruzioni, saranno a carico dell'Impresa Appaltatrice.*

### 2.5.2 Acciaio

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

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative.

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

**Forniture e documentazione di accompagnamento**

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

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

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

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

**Le forme di controllo obbligatorie**

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 14 gennaio 2008 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;

- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

**La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte della Direzione dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

**Il caso della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni della Direzione dei Lavori per le prove di laboratorio**

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati

dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori.

**Conservazione della documentazione d'accompagnamento**

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

**Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche**

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Ove i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e la Direzione dei Lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e la Direzione dei Lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

**Forniture e documentazione di accompagnamento: Attestato di Qualificazione**

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 14 gennaio 2008 paragrafo 11.3.1.5).

L'Attestato di Qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

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

La Direzione dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

**Centri di trasformazione**

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

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

**Rintracciabilità dei prodotti**

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

**Documentazione di accompagnamento e verifiche della Direzione dei Lavori**

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del

centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### 2.5.3 Acciaio per usi strutturali

**Prescrizioni per gli acciai per usi strutturali**

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci (C=0,15%-0,25%), acciai semiduri, duri e durissimi (C>0,75%).

Gli acciai per usi strutturali, denominati anche *acciai da costruzione* o *acciai da carpenteria* hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio.

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea UNI EN 10025-5 (per i laminati).

A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della UNI EN 10020 per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), e già recanti la Marcatura CE secondo norma UNI EN 1090-1.

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parte 2 e 4).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI EN ISO 6892-1 e UNI EN ISO 148-1.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico E = 210.000 N/mm$^2$
- modulo di elasticità trasversale G = E / [2 (1 + v)] N/mm$^2$
- coefficiente di Poisson v = 0,3
- coefficiente di espansione termica lineare α = 12 x 10-6 per °C-1

(per temperature fino a 100 °C)

- densità ρ = 7850 kg/m$^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento $f_{yk}$ e di rottura ftk riportati nelle tabelle seguenti.

**Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

| Norme e qualità degli acciai | Spessore nominale dell'elemento | | | |
|---|---|---|---|---|
| | t ≤ 40 mm | | 40 mm < t ≤ 80 mm | |
| | $f_{yk}$ [N/mm$^2$] | $f_{tk}$ [N/mm$^2$] | $f_{yk}$ [N/mm$^2$] | $f_{tk}$ [N/mm$^2$] |
| **UNI EN 10025-2** | | | | |
| S 235 | 235 | 360 | 215 | 360 |
| S 275 | 275 | 430 | 255 | 410 |
| S 355 | 355 | 510 | 335 | 470 |
| S 450 | 440 | 550 | 420 | 550 |
| **UNI EN 10025-3** | | | | |
| S 275 N/NL | 275 | 390 | 255 | 370 |
| S 355 N/NL | 355 | 490 | 335 | 470 |
| S 420 N/NL | 420 | 520 | 390 | 520 |
| S 460 N/NL | 460 | 540 | 430 | 540 |
| **UNI EN 10025-4** | | | | |
| S 275 M/ML | 275 | 370 | 255 | 360 |
| S 355 M/ML | 355 | 470 | 335 | 450 |
| S 420 M/ML | 420 | 520 | 390 | 500 |
| S 460 M/ML | 460 | 540 | 430 | 530 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UNI EN 10025-5** | | | | |
| S 235 W | 235 | 360 | 215 | 340 |
| S 355 W | 355 | 510 | 335 | 490 |

**Laminati a caldo con profili a sezione cava**

| Norme e qualità degli acciai | Spessore nominale dell'elemento | | | |
|---|---|---|---|---|
| | t ≤ 40 mm | | 40 mm < t ≤ 80 mm | |
| | $f_{yk}$ [N/mm$^2$] | $f_{tk}$ [N/mm$^2$] | $f_{yk}$ [N/mm$^2$] | $f_{tk}$ [N/mm$^2$] |
| **UNI EN 10210-1** | | | | |
| S 235 H | 235 | 360 | 215 | 360 |
| S 275 H | 275 | 430 | 255 | 410 |
| S 355 H | 355 | 510 | 335 | 470 |
| S 275 NH/NLH | 275 | 390 | 255 | 370 |
| S 355 NH/NLH | 355 | 490 | 335 | 470 |
| S 420 NH/NLH | 420 | 540 | 390 | 520 |
| S 460 NH/NLH | 460 | 560 | 430 | 550 |
| **UNI EN 10219-1** | | | | |
| S 235 H | 235 | 360 | | |
| S 275 H | 275 | 430 | | |
| S 355 H | 355 | 510 | | |
| S 275 NH/NLH | 275 | 370 | | |
| S 355 NH/NLH | 355 | 470 | | |
| S 275 MH/MLH | 275 | 360 | | |
| S 355 MH/MLH | 355 | 470 | | |
| S 420 MH/MLH | 420 | 500 | | |
| S 460 MH/MLH | 460 | 530 | | |

# CAPITOLO 3

## MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

### Art. 3.1 PARATIE

Le paratie sono strutture di fondazione costruite in opera a partire dalla superficie del terreno a sostegno di scavi o con lo scopo di realizzare tenuta statica richiesta.
Le paratie potranno essere:
- del tipo a pali trivellati in calcestruzzo armato accostati;

#### 3.1.1 Paratie Costruite in Opera

a) Paratie a pali trivellati in calcestruzzo armato accostati.
Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.
Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.
Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

### Art. 3.2 PALIFICAZIONI

Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione infissi o costruiti, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.
Le palificazioni potranno essere composte da:
- pali trivellati di calcestruzzo armato costruiti in opera.

I lavori saranno eseguiti in conformità, alla normativa vigente e a quella di seguito elencata:
- Ministero delle infrastrutture - Decreto 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;

#### 3.2.1 Pali trivellati

La trivellazione di ciascun palo verrà eseguita con idoneo utensile ("bucket", trivella, ecc.), con continuità e inserendo a boccapozzo un tubo guida di almeno 3 mt da rimuovere a fine getto curando di non danneggiare i pali già eseguiti e di ridurre al minimo i disturbi arrecati ai terreni da attraversare. Il programma di realizzazione della palificata deve essere impostato tenendo conto di un adeguato sfalsamento nell'esecuzione di pali attigui affinché non sia disturbata la fase di presa del calcestruzzo.
Inoltre si esclude la possibilità di utilizzo di sistemi di perforazione a percussione o che comunque provochino sollecitazioni istantanee al mezzo da perforare specie per l'attraversamento di roccia, quando si realizzano i pali adiacenti a pali già eseguiti.
Qui di seguito si riportano nel dettaglio le modalità relative alle principali fasi esecutive.

La distanza minima fra due perforazioni attigue in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione.
I pali della paratia dovranno essere eseguiti in modo alternato, uno si e due no, e comunque ad una distanza non inferiore ai 3 m misurato come interasse.
In generale la perforazione deve essere eseguita per successivi avanzamenti evitando lunghe interruzioni dello scavo, manovre brusche, deviazioni dalla verticale, ovalizzazioni del foro.
Il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a discarica.

Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.
Dopo il completamento delle operazioni di scavo, prima della messa in opera dell'armatura, il fondo del foro dovrà essere accuratamente pulito dai materiali di deposito e dai detriti di terreno che possono essere stati persi dall'utensile di perforazione.
Nelle fasi di perforazione sarà necessario:

- controllare la verticalità delle aste di perforazione (pendolo);
- tenere sotto controllo il diametro del bucket misurato sugli alesatori inferiori;
- segnalare l'eventuale presenza di instabilità (bucket che non torna in quota o difficoltà di sua estrazione);
- accertare la quota reale raggiunta dalla perforazione, rilevata mediante scandaglio a catena;

ARMATURE METALLICHE
Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata B 450 C; si adotteranno sezioni poco diverse dalla circolare, con esclusione di quelle forme che comportino la presenza di nicchie od incavi.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino, esterna ai ferri longitudinali, con passo non superiore ai 35 cm.
Le armature verranno preassemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con morsetti o con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.
Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanzieri atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo, rispetto alla parete di scavo, di cm 5 per le barre verticali.
Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in calcestruzzo ( = 15 cm - larghezza 10 cm) con perno in tondino metallico legato a due ferri verticali contigui.
I centratori saranno posti a gruppi di 3  4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3 4 m.
Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.
Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; 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 inerti inferiori ai 2.0 cm, a 10 cm con inerti di classe superiore.
Si osservi che le gabbie dovranno essere opportunamente irrigidite mediante l'inserimento, lungo la circonferenza all'interno dei ferri verticali, di anelli, possibilmente dello stesso diametro dei ferri verticali, posti ad interasse di 3 m.
Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto ed evitando in ogni caso di appoggiarle sul calcestruzzo già in opera.

GETTO
I seguenti punti contengono le specifiche per il conglomerato cementizio e per la sua posa in opera.
Gli aggregati saranno proporzionati in modo da avere una distribuzione dei granuli, sia con curve continue che discontinue, che permetta di ottenere le caratteristiche richieste del calcestruzzo sia in condizioni fresche che a presa avvenuta.
Si impiegheranno almeno tre classi di inerti lavati e possibilmente tondeggianti; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una granulometria complessiva compresa entro il fuso.
La dimensione massima degli aggregati sarà di 25 mm, in ogni caso i diametri massimi saranno più piccoli delle dimensioni seguenti:

- un quarto della maglia della gabbia d'armatura;
- un mezzo del ricoprimento dell'armatura verticale;
- un quarto del diametro interno del tubo per getto di calcestruzzo.

Il calcestruzzo sarà preparato con un minimo di 350 kg di cemento approvato per metro cubo.

Il rapporto cemento-acqua sarà mantenuto pari a 0.5 includendo l'umidità della sabbia, ma escludendo il contenuto d'acqua nella ghiaia grossa. La lavorabilità della miscela sarà definita da uno slump sul cono di Abram, di 16  18 cm, al punto di distribuzione vicino al tubo-getto.

Per ottenere tali requisiti si può ricorrere solo ad additivi fluidificanti, ma non ad aeranti. È ammesso l'impiego di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.
Nella scelta del tipo di cemento e di additivi si deve tener conto delle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati, dell'acqua del sottosuolo e dei fanghi di perforazione; salvo diverse condizioni rilevabili in fase esecutiva si ritiene adatto l'uso di cemento pozzolanico.
Per quanto riguarda gli additivi utilizzati dipendendo tali miscelati dai tipi di cemento, sarà compito dell'Impresa appaltatrice, prima dell'inizio lavori e in accordo alla D.L., predisporre un adeguato programma di prove. Le prove di misura dell'espansione (espansione controllata) dovranno essere condotte in accordo alle ASTM C 878.
L'intervallo di tempo tra la fine della perforazione ed il getto deve essere ridotto al minimo possibile per ogni palo; il getto deve avvenire con continuità, ad iniziare dal fondo del foro, e la velocità deve essere mantenuta costantemente tra i 15 ed i 20 metri cubi di calcestruzzo fresco per ora.
È cura dell'APPALTATORE predisporre le attrezzature per il confezionamento, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio in modo da completare le operazioni per il getto di ogni palo in tempi non eccedenti i tempi di inizio presa del cemento usato per gli impasti.
Le modalità per la posa in opera del conglomerato cementizio devono essere tali da evitare la segregazione dei suoi costituenti, in nessun caso è consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.
Si deve quindi prevedere l'uso di un tubo convogliatore in acciaio ad elementi giuntati a tenuta stagna di diametro interno non inferiore a 20 cm. Durante il getto la estremità del tubo convogliatore deve sempre rimanere immersa nel calcestruzzo già iniettato per una lunghezza di almeno 2.5 metri, ed occorre assicurarsi della continuità del palo in formazione tenendo sotto controllo il volume di calcestruzzo immesso nel foro (da paragonarsi con quello teorico) ed il livello raggiunto dal calcestruzzo stesso, facendo attenzione soprattutto a sue eventuali variazioni improvvise.
Il costipamento del getto deve essere eseguito con sistemi idonei approvati preventivamente dalla Direzione Lavori.
Le caratteristiche di resistenza richieste per il calcestruzzo saranno specificate nei disegni di costruzione.

I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame preventivo della Direzione Lavori per l'approvazione.
I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.
Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire l'esecuzione del getto di ciascun palo in un tempo non eccedente 2 ore e 30'; in ogni caso ciascun punto di posa in opera dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 $m^3/h$.
La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire l'erogazione nell'unità di tempo di volumi di calcestruzzo almeno doppi di quelli risultati del più oneroso dei limiti sopra indicati.

GETTO DEL CALCESTRUZZO
Il calcestruzzo sarà colato attraverso un tubo getto verticale. Il tubo consisterà in elementi d'acciaio non eccedenti i 2.5 m in lunghezza e con un diametro interno di almeno 20 cm.
Le varie sezioni dovranno avere giunti filettati, o giunti di accoppiamento esterni che aumentino il diametro di non più di 20 mm. Si dovranno escludere giunti flangiati.
Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro.
Il tubo sarà provvisto di una tramoggia alimentatrice alla sua estremità superiore.
La base del tubo, quando inizia il getto del calcestruzzo, sarà posta a circa 30 40 cm dal fondo del foro. Durante il getto, saranno posti dei fermi idonei in cima al tubo getto.
Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare galleggiante sul fango o, meglio ancora, da un pallone di plastica o un tappo di palline di polistirolo.
All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo.
La lunghezza del tubo può essere ridotta durante l'operazione di getto purché la sua base risulti sempre immersa per almeno 2.5 m nel calcestruzzo ed in ogni caso per non più di 6 m.
Durante le operazioni, il livello del calcestruzzo dovrà essere misurato, ad intervalli regolari, da un appropriato indicatore per controllare i volumi effettivi del calcestruzzo paragonati a quelli teorici.

CONTROLLI
Si richiede l'esecuzione di:

- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di calcestruzzo in numero e modalità consone alle normative vigenti ed alle richieste della D.L.;
- eventuali prove con il cono Abrams se richieste dalla D.L.;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;
- il rilievo del "profilo di getto" cioè l'altezza raggiunta dal calcestruzzo al termine di ogni autobetoniera immessa, da eseguirsi per ogni palo, utilizzando scandaglio a base piatta.

PROCEDURA DI CANTIERE
Prima di iniziare i lavori di palificazione l'APPALTATORE deve presentare alla Direzione Lavori:

- una pianta delle palificate ove tutti i pali siano contrassegnati con un numero progressivo. Sul terreno la posizione dei pali deve essere indicata mediante appositi picchetti, sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ogni picchetto deve essere riportato il numero progressivo del palo, quale risulta dalla pianta delle palificate;

- un programma cronologico di esecuzione dei pali, elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi delle operazioni di trivellazione dei pali stessi sui pali già eseguiti.

Nel corso dei lavori si deve compilare giornalmente idonea documentazione dei pali eseguiti, dalla quale risultino tutti gli elementi utili a determinare le caratteristiche tecniche ed esecutive di ciascun palo identificato dalla numerazione, quali ad esempio: data, tipo della macchina di trivellazione, numero del palo, profondità del palo, indicazione delle caratteristiche del terreno e dell'eventuale presenza di falde acquifere, perdite di fango, caratteristiche del fango, rivestimenti, ora di inizio ed ultimazione della perforazione e del getto di calcestruzzo, composizione e lunghezza della gabbia di armatura, quantità di calcestruzzo impiegato per il getto, altre note significative.

DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI
L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposite schede dei seguenti dati:

- numero e diametro effettivo del palo;
- data di inizio perforazione e fine getto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- "slumps" del calcestruzzo;
- assorbimento totale effettivo del calcestruzzo e volume teorico del palo;
- "profilo di getto";
- prove di rottura a compressione semplice dei cubetti in calcestruzzo.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche dei componenti del calcestruzzo.

ACCETTAZIONE E COLLAUDO
Sia durante l'esecuzione dei pali, sia dopo la loro ultimazione, deve essere effettuata una serie di controlli finalizzati alla verifica della corretta esecuzione dei pali medesimi. Questa deve risultare compatibile con quanto previsto dalle normative vigenti e deve rispettare la tolleranza sulla verticalità del 2%. Non sono ammessi diametri e lunghezze inferiori a quelle di progetto.

Devono pertanto essere effettuati i seguenti controlli:

a) sui pozzi trivellati: stratigrafia, verticalità, condizioni delle pareti, lunghezza;

b) sul calcestruzzo: tipo e quantità di cemento, tipo e quantità di additivi, prove di fluidità, prove di schiacciamento su campioni stagionati;
c) sull'armatura metallica: certificazioni di controllo in stabilimento, interferro e copriferro, prove di trazione e chimico-fisiche su provini prelevati in opera;

Tutte le prove di accettazione, controllo e collaudo previste nel presente articolo sono ordinate dalla Direzione Lavori secondo la legislazione vigente, e secondo quanto indicato nel presente Capitolato Tecnico a suo insindacabile giudizio.

Gli oneri per la predisposizione, effettuazione e certificazione dei controlli e delle prove devono essere esclusivamente a carico dell'APPALTATORE.

### 3.2.2 Prove di carico sui pali

Le prove di carico sui pali previste dalle norme tecniche possono essere derogate:
a) dal Direttore dei Lavori, in accordo con il Collaudatore ed il Geologo, limitatamente all'obbligo delle prove di verifica in corso d'opera sui pali di fondazione nel caso in cui durante i lavori non si verifichino circostanze tali da compromettere la corretta esecuzione dei pali, vengano confermate le stratigrafie previste in sede di progetto e le caratteristiche geologiche dei terreni di fondazione non ne influenzino negativamente la corretta esecuzione.

## Art. 3.3 Opere in cemento armato

I conglomerati cementizi e gli acciai dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia e alle prescrizioni richiamate dal presente capitolato per tutte le opere in cemento armato.
Le prescrizioni di cui sopra verranno quindi applicate a strutture di qualsiasi tipo che assolvono una funzione statica con l'impiego di qualunque tipo di materiale.
Tutte le fasi di lavoro sui conglomerati e strutture in genere saranno oggetto di particolare cura da parte dell'Appaltatore nell'assoluto rispetto delle qualità e quantità previste.

LEGANTI
Nelle opere in oggetto dovranno essere impiegati esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia.

INERTI
Gli inerti potranno essere naturali o di frantumazione e saranno costituiti da elementi non friabili, non gelivi e privi di sostanze organiche, argillose o di gesso; saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso.
Tutte le caratteristiche, la provenienza e la granulometria saranno soggette alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.
La curva granulometrica dovrà essere studiata in modo tale da ottenere la lavorabilità richiesta alle miscele, in relazione al tipo di impiego e la massima compattezza necessaria all'ottenimento delle resistenze indicate.

ACQUA
L'acqua per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali (in particolare cloruri e solfati), non aggressiva e rispondente ai requisiti richiesti dalla normativa.

ARMATURA
Oltre ad essere conformi alle norme vigenti, le armature non dovranno essere ossidate o soggette a difetti e fenomeni di deterioramento di qualsiasi natura. Inoltre è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico. Inoltre l'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseformi durante le operazioni di getto.

IMPASTI
La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto dovranno essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

L'impiego di additivi dovrà essere effettuato sulla base di controlli sulla loro qualità, aggressività ed effettiva rispondenza ai requisiti richiesti.
Il quantitativo dovrà essere il minimo necessario, in relazione al corretto rapporto acqua-cemento e considerando anche le quantità d'acqua presenti negli inerti; la miscela ottenuta dovrà quindi rispondere alla necessaria lavorabilità ed alle caratteristiche di resistenza finali previste dalle prescrizioni.
L'impasto verrà effettuato con impianti di betonaggio idonei e tali da garantire l'effettivo controllo sul dosaggio dei vari materiali; l'impianto dovrà, inoltre, essere sottoposto a periodici controlli degli strumenti di misura che potranno anche essere verificati, su richiesta della Direzione Lavori, dai relativi uffici abilitati.

CAMPIONATURE
Durante tutta la fase dei getti in calcestruzzo, normale o armato, previsti per l'opera, la Direzione Lavori farà prelevare, nel luogo di esecuzione, campioni provenienti dagli impasti usati nelle quantità e con le modalità previste dalla normativa vigente, disponendo le relative procedure per l'effettuazione delle prove da eseguire ed il laboratorio ufficiale a cui affidare tale incarico.

TRASPORTO
Il trasporto degli impasti dal luogo di preparazione a quello d'uso dovrà essere effettuato con contenitori idonei sollevati meccanicamente (per limitatissime distanze) o su betoniere dotate di contenitori rotanti.
Il tempo necessario per il trasporto e l'eventuale sosta prima del getto non deve superare il tempo massimo consentito per garantire un getto omogeneo e di qualità; nel calcestruzzo ordinario questo tempo massimo sarà di 45/60 minuti e,nel caso di calcestruzzo preriscaldato, di 15/30 minuti.
Il tempo minimo di mescolamento dovrà essere di 5 minuti ca. oppure 30 giri del contenitore rotante.

CASSERI
Prima dell'effettuazione del getto i casseri e le armature verranno accuratamente controllati e saranno verificati gli allineamenti, le posizioni, la pulizia interna e del fondo.
Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza la D.L. del sistema e delle modalità esecutive che intende adottare, fermo restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza.

GETTO DEL CONGLOMERATO
Prima delle operazioni di scarico dovranno essere effettuati controlli sulle condizioni effettive di lavorabilità che dovranno essere conformi alle prescrizioni previste per i vari tipi di getto.
Durante lo scarico dovranno essere adottati accorgimenti per evitare fenomeni di segregazione negli impasti.
Il getto verrà eseguito riducendo il più possibile l'altezza di caduta del conglomerato ed evitando ogni impatto contro le pareti delle casseforme od altri ostacoli; si dovrà, quindi, procedere gettando, in modo uniforme, per strati orizzontali non superiori a 40 cm vibrando, contemporaneamente al procedere del getto, le parti già eseguite.
Il getto dovrà essere effettuato con temperature di impasto comprese tra i 5 ed i 30 gradi C e con tutti gli accorgimenti richiesti dalla Direzione Lavori in funzione delle condizioni climatiche.

RIPRESA DEL GETTO
Il getto andrà eseguito in modo uniforme e continuo; nel caso di interruzione e successiva ripresa, questa non potrà avvenire dopo un tempo superiore (in funzione della temperatura esterna) alle 2 ore a 35 gradi C oppure alle 6 ore a 5 gradi C.
Qualora i tempi di ripresa superassero tali limiti si dovranno trattare le zone di ripresa con malte speciali ed accorgimenti indicati dalla Direzione Lavori.

VIBRAZIONE
La vibrazione avrà come scopo la costipazione del materiale e potrà essere:
a. interna (immersione);
b. esterna (sulle casseforme).

a. La vibrazione per immersione verrà eseguita con vibratori a tubo o lama secondo le dimensioni ed il tipo di casseforme usate per il getto.
Il numero ed il diametro dei vibratori saranno stabiliti in funzione della seguente tabella:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| diam. ago | | 25 | mm. | capacità 1/3 | mc/h |
| " | " | 35/50 | " | " 5/10 | " |
| " | " | 50/75 | " | " 10/20 | " |

" " 100/150 " " 25/50 "
Si dovranno, inoltre, usare vibratori con ampiezza di vibrazione maggiore di 1 mm. e frequenza compresa tra 10.000 e 12.000 cicli per minuto.
La frequenza di vibrazione dovrà essere scelta in rapporto al tipo di granulometria impiegato secondo la seguente tabella indicativa:

diam. inerte 6 cm. frequenza 1.500 c.p.m.
" " 1,5 " " 3.000 "
" " 0,6 " " 6.000 "
" " 0,2 " " 12.000 "
fino e cemento " 20.000 "
Nell'esecuzione della vibrazione dovranno essere osservate anche le prescrizioni riportate di seguito:
1) il getto sarà eseguito in strati uniformi di spessore non superiore a 30/40 cm.;
2) il vibratore sarà inserito nel getto verticalmente ad intervalli stabiliti dalla Direzione Lavori;
3) la vibrazione dovrà interessare per almeno 10/15 cm. lo strato precedente;
4) i vibratori dovranno essere immersi e ritirati dal getto a velocità media di 10 cm. /sec.;
5) il tempo di vibrazione sarà compreso tra 5/15 secondi;
6) la vibrazione sarà sospesa all'apparire, in superficie, di uno strato di malta ricca d'acqua;
7) è vietato l'uso di vibratori per rimuovere il calcestruzzo;
8) si dovrà avere la massima cura per evitare di toccare con l'ago vibrante le armature predisposte nella cassaforma.

b. La vibrazione esterna sarà realizzata mediante l'applicazione, all'esterno delle casseforme, di vibratori con frequenze comprese tra i 3.000 ed i 14.000 cicli per minuto e distribuiti in modo opportuno.

MATURAZIONE
La normale maturazione a temperatura ambiente sarà effettuata nel rispetto delle ordinarie precauzioni e delle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dalla Direzione Lavori.

DISARMO
Per i tempi e le modalità di disarmo si dovranno osservare tutte le prescrizioni previste dalla normativa vigente e le eventuali specifiche fornite dalla Direzione Lavori; in ogni caso il disarmo dovrà avvenire per gradi evitando di introdurre, nel calcestruzzo, azioni dinamiche e verrà eseguito dopo che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore richiesto.

ACCIAIO
Tutti i materiali in acciaio usati per la realizzazione di opere in cemento armato dovranno avere caratteristiche conformi alle prescrizioni della normativa vigente, certificate da idonei documenti di accompagnamento e confermate dalle prove fatte eventualmente eseguire dalla Direzione Lavori presso laboratori riconosciuti.

### 3.3.1 Pali Trivellati

a) Pali trivellati in cemento armato.
Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.
Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.
L'esecuzione del getto del conglomerato cementizio sarà effettuata con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento.
Il cemento sarà del tipo pozzolanico o d'alto forno.
In nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.
L'Appaltatore dovrà predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio, di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza, senza interruzioni.
Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo.

Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm.
I sistemi di getto dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.
A giudizio della Direzione dei Lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

### 3.3.2 Disposizioni Valevoli per Ogni Palificazione Portante

**Prove di carico.**

a) Le prove di carico sui pali previste dalle norme tecniche possono essere derogate:
dal Direttore dei Lavori, in accordo con il Collaudatore ed il Geologo, limitatamente all'obbligo delle prove di verifica in corso d'opera sui pali di fondazione nel caso in cui durante i lavori non si verifichino circostanze tali da compromettere la corretta esecuzione dei pali, vengano confermate le stratigrafie previste in sede di progetto e le caratteristiche geologiche dei terreni di fondazione non ne influenzino negativamente la corretta esecuzione.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive devono essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

## Art. 3.4 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

### 3.4.1 Generalità

**Impasti di Calcestruzzo**

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

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

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

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

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

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

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

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

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.
Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

**Controlli sul Calcestruzzo**

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

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

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

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:
- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori Autorizzati.

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

### 3.4.2 Norme per il Cemento Armato Normale

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

**Copriferro e interferro**

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

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

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

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

**Ancoraggio delle barre e loro giunzioni**

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

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

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

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

### 3.4.3 Responsabilità per le Opere in Calcestruzzo Armato

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche del D.M. 14 gennaio 2008.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai disegni esecutivi allegati al contratto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto strutturale.

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

## Art. 3.5 SOLAI

### 3.5.1 Generalità

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite a seconda delle indicazioni di progetto, con solai di uno dei tipi descritti negli articoli successivi.

I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsto nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e integrato dalla Circolare del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2 febbraio 2009, n.617.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendilumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta sarà precisato dalla Direzione dei Lavori.

### 3.5.2 Solai di Cemento Armato - Misti - Prefabbricati: Generalità e Classificazione

Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali.

Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera che quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati.

Per tutti i solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" integrato dalla Circolare del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2 febbraio 2009, n. 617.

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

1) solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
2) solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
3) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai del tipo 1) valgono integralmente le prescrizioni dell'articolo "Opere e Strutture di Calcestruzzo". I solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

## Art. 3.6 STRUTTURE IN ACCIAIO

### 3.6.1 Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal D.M. 14 gennaio 2008, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 14 gennaio 2008.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

**Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione**

**Spessori limite**

È vietato l'uso di profilati con spessore t < 4 mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore t = 3mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

**Acciaio incrudito**

È proibito l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

**Giunti di tipo misto**

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

**Problematiche specifiche**

In relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto, oltre al D.M. 14 gennaio 2008, si può far riferimento a normative di comprovata validità.

**Apparecchi di appoggio**

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

**Verniciatura e zincatura**

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovraspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati:

possono essere invece zincati a caldo.

**Controlli in Corso di Lavorazione**

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

**Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati**

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve, inoltre, assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008 ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

**Forniture e Documentazione di Accompagnamento**

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

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

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

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

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

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto indicato nel punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008, a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.

Della documentazione di cui al punto 11.3.1.7 del medesimo decreto, dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

**Centri di Trasformazione**

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta

dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

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

**Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrasollecitate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

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

**Prove di Carico e Collaudo Statico**

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i.

### 3.6.2 Acciaio per Cemento Armato

**Caratteristiche dimensionali e di impiego**

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 14 gennaio 2008.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008.

Reti e tralicci elettrosaldati: gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

**Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – barre e rotoli**

**Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.10 del D.M. 14 gennaio 2008 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura della Direzione dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

**Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – reti e tralicci elettrosaldati**

**Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti.

### 3.6.3 Acciaio per Strutture Metalliche e per Strutture Composte

**Acciai laminati**

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi
- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U

Prodotti piani
- lamiere e piatti
- nastri

Profilati cavi
- tubi prodotti a caldo

Prodotti derivati
- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

**Acciaio per getti**

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293.

**Processo di saldatura**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN ISO 9606-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 3834 e la UNI EN ISO 15614-1.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712 almeno di secondo livello.

**Bulloni**

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:
- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.
I bulloni, conformi per le caratteristiche alla norma UNI EN ISO 4016, devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nelle seguenti tabelle.

***Tabella 1***

| | **Normali** | | | **Ad alta resistenza** | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vite | 4.6 | 5.6 | 6.8 | 8.8 | 10.9 |
| Dado | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |

Le tensioni di snervamento $f_{yb}$ e di rottura $f_{tb}$ delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella sotto riportata.

***Tabella 2***

| **Classe** | **4.6** | **5.6** | **6.8** | **8.8** | **10.9** |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{yb}$ (N/mm$^2$) | 240 | 300 | 480 | 649 | 900 |
| $f_{tb}$ (N/mm$^2$) | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |

**Bulloni per giunzioni ad attrito**

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tabella 3 Viti e dadi, devono essere associati come indicato nella Tabella 1 e 2.

***Tabella 3***

| **Elemento** | **Materiale** | **Riferimento** |
|---|---|---|
| Viti | 8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1 | UNI EN 14399 parti 3 e 4 |
| Dadi | 8 - 10 secondo UNI EN ISO 898-2 | |
| Rosette | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32-40 | UNI EN 14399 parti 5 e 6 |
| Piastrine | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32-40 | |

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del § 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008.

**Procedure di controllo su acciai da carpenteria**

**Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo quanto disposto al punto 11.3.3.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le disposizioni di cui al punto 11.3.3.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008.

# CAPITOLO 4

## Art. 4.1 TIRANTI

### 4.1.1 Tiranti – specifiche di costruzione ed esecuzione rif. § 11.5.2 delle NTC 2008.

I tiranti prescritti sono dovranno essere dotati di certificato di idoneità tecnica all'impiego.
I tiranti previsti in progetto dovranno essere di tipo permanente del tipo "RCP-V**"** della Ditta CA.TI Carnica Tiranti s.r.l.. **o equivalenti.**

**Caratteristiche tecniche dei tiranti previsti**:

*Trefoli:*

Si utilizzano trefoli Ø 6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- componenti 7 fili Ø 5 mm;
- diametro nominale 15,20 mm;
- sezione nominale 139 $mm^2$;
- tensione effettiva all'1% di allungamento 225 kN;
- tensione di rottura effettiva 250 kN;
- modulo elastico E = 200 205 $KN/mm^2$;
- limite elastico convenzionale allo 0,1% fp (1)k 1600$N/mm^2$;
- tensione a rottura f ptk 1860 $N/mm^2$;
- allungamento a rottura su 601 mm 5,2 ÷5,1%;
- peso 1,1 kg/m;

Il tipo di acciaio utilizzato per i trefoli è anche specificato anche al punto 3.1 dell'allegato n. 06/2014:

*Piastre di testata:*

Le piastre di testata sono in acciaio S355.

*Piastre di ripartizione:*

Si adotteranno piastre di ripartizione di dimensioni 400x400x30 in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto, in acciaio S355.

*Prescrizioni per la boiacca cementizia:*

*Additivi:*

E' prescritto l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari, previa comunicazione alla Direzione Lavori. I prodotti commerciali che l'Impresa Esecutrice si propone di usare dovranno essere comunicati preventivamente alla Direzione Lavori.

*Caratteristiche di resistenza a dosaggi:*

La resistenza cubica da ottenere per le miscele cementizie di iniezione deve essere: Rck ≥ 25 Mpa
A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento: a/c ≤ 0,5

*Composizione delle miscele cementizie:*

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 $m^3$ di prodotto, sarà:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10 ¸ 20 kg
- con un peso specifico pari a circa:$\gamma$ = 1,8 kg/$dm^3$

Le miscele confezionate in cantiere saranno di norma sottoposte ai seguenti tipi di controllo:

1. Peso specifico;
2. Viscosità Marsh;
3. Decantazione;
4. Tempo di presa;
5. Prelievo di campioni per prove di compressione a rottura.

La frequenza delle prove è indicata sulla specifica di Controllo qualità. Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/$cm^3$. il peso specifico del cemento e 2,65 g/$cm^3$ quello degli eventuali inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume.

*Guaine in materiali plastici:*

La guaina è un elemento costitutivo dei tiranti atto a proteggere l'armatura dalla corrosione, in corrispondenza del tratto libero. Nei tiranti a trefoli, ogni trefolo deve essere singolarmente inguainato. Di norma verranno impiegati tubetti corrugati in pvc, polietilene o polipropilene, di diametro interno congruente con il diametro dei trefoli o delle barre. L'intercapedine tra la guaina e l'armatura dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

*Centratori e distanziatori:*

Forma e numero dei centratori devono essere tali da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento e nello stesso tempo non devono ostacolare il passaggio della miscela. Per i tiranti aventi l'armatura costituita da un fascio di trefoli, questi dovranno essere simmetricamente disposti intorno al tubo centrale di iniezione e, in corrispondenza del tratto di fondazione, saranno inseriti in appositi distanziatori che, regolarmente intervallati con fascette di restringimento, permetteranno al lascio di trefoli di assumere un andamento sinusoidale a ventre e nodi che incrementa l'ancoraggio passivo dell'armatura ai bulbi. Nella parte libera il posizionamento dei trefoli, parallelo al tubo di iniezione, sarà garantito da dispositivi direzionali; una guaina flessibile in pvc proteggerà e avvolgerà il tutto, permettendo nel contempo la massima libertà di allungamento ai trefoli stessi.

*Dispositivi per l'iniezione:*

Nei tiranti a trefoli, un tubo di iniezione in pvc sarà posto in asse al tirante per tutta la sua lunghezza e sarà munito di valvole (manchettes) di iniezione disposte ad intervalli regolari in corrispondenza della parte cementata e di un tratto iniziale della parte libera. Queste valvole assicureranno la diffusione della miscela di iniezione preferenzialmente secondo le generatrici del tirante favorendo

una migliore aderenza delle armature del bulbo. Per gli ancoraggi a barra il dispositivo di iniezione sarà costituito da un analogo tubo, disposto parallelamente all'armatura.

*Modalità esecutive:*

*Perforazione:*

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o roto-percussione. Per la perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 25 bar. Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata 10m$^3$/min
- pressione ≥ 8 bar

*Allestimento del tirante:*

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa circolazione. Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà ad effettuare le operazioni che seguono:

- introduzione del tirante
- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1° fase)
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno)
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volume controllati
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento
- prove di carico di collaudo
- tensionamento del tirante
- iniezione della parte libera protezione della testata.

L'introduzione del tirante prima del riempimento di1ˆ fase potrà essere eseguita allorché:

- 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 ed 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, sia presente.

*Iniezione:*

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

*Cementazione di 1° fase:*

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 1° fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del bulbo di iniezione.

*Iniezioni selettive a pressioni e volume controllati:*

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 30l/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.

*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
potenza max = 2 $m^3$/ora
n. max pistonate/minuto » 60
Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

*Protezione standard delle testate dei tiranti:*

E' prevista la protezione di tutti i tiranti, escluso quello dotato di cella di carico, con la realizzazione di un cassero in lamiera piegata di acciaio da mm 3 e successivo riempimento con malta tipo **MASTERFLOW 928**.
Proteggere i singoli bloccaggi mediante posa degli specifici copribloccaggio-monotrefolo, previa interposizione di grasso passivante (UNIGEL 128.F1). Gli elementi risultano inseribili attraverso le fruste dei trefoli previa rimozione della chiusura del beccuccio terminale.

*Protezione della testata del tirante dotato di cella di carico:*

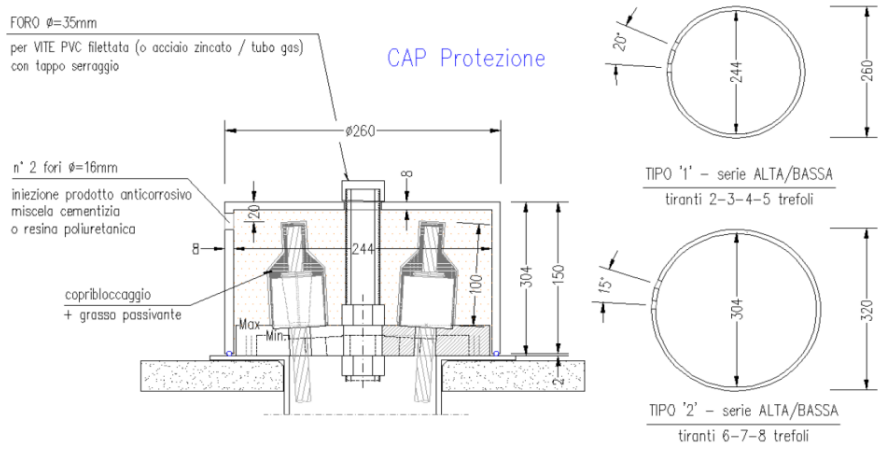
**DISPOSITIVO PROTEZIONE anticorrosiva SOPRA PIASTRA (CAP di Protezione):**

Ai fini della protezione anticorrosiva della testata metallica, esposta all'azione degli agenti meteorici e/o chimici, è previsto l'impiego di un cappellotto esterno, realizzato in polimero sintetico a base di poliolefine, da posizionare sopra la piastra metallica di ripartizione ed a battuta sul disco terminale del tubo-imbocco impiegato come elemento protettivo sotto-piastra.

Il mantenimento in posizione e garantito dal serraggio del tappo terminale della vite/manicotto (elemento tubolare in PVC o acciaio zincato, filettato alle estremità e dotato di dadi di riscontro) passante attraverso il foro centrale della piastra metallica di ripartizione, o avvitato nel foro della piastra, se filettato.

L'elemento e previsto con spessore 8.0mm per garantire idonea durabilità e stabilita nel tempo, in funzione della costante esposizione all'ambiente esterno.

La tenuta idraulica, sul perimetro di battuta, e garantita dalla presenza di un o-ring, alloggiato nella specifica sede ricavata nello spessore delle pareti (ved. dettaglio) e compresso dal serraggio del tappo terminale.




In funzione della tipologia di tirante posto in opera, il cappellotto e previsto con diametro interno di 244mm o 304mm, rispettivamente, per tiranti da 2 a 5 trefoli piuttosto che per tiranti da 6 a 8 trefoli).

Nel caso in esame essendo i tiranti a 7 trefoli è previsto il diametro interno pari a 304 mm.

L'elemento è previsto di altezza:

| TIPOLOGIA TIRANTE | | | CAP di PROTEZIONE GEOMETRIA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Serie BASSA (150mm) | | | | Serie ALTA (400mm) | | | |
| Carico ESERCIZIO | Tipo piastra | MATERIALE | spess. | Ø int. medio | Ø est. medio | Hesterna | spess. | Ø int. medio | Ø est. medio | Hesterna |
| kN | N° fori | -- | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 300 | 2 | polimero sintetico a base di poliolefine<br>Resistenza SNERVAMENTO > 20.0 MPa<br>Deformazione SNERVAMENTO > 12.0 % | 8.0 | 244 | 260 | 150 | 8.0 | 244 | 260 | 400 |
| 450 | 3 | | 8.0 | 244 | 260 | 150 | 8.0 | 244 | 260 | 400 |
| 600 | 4 | | 8.0 | 244 | 260 | 150 | 8.0 | 244 | 260 | 400 |
| 750 | 5 | | 8.0 | 244 | 260 | 150 | 8.0 | 244 | 260 | 400 |
| 900 | 6 | | 8.0 | 304 | 320 | 150 | 8.0 | 304 | 320 | 400 |
| 1050 | 7 | | 8.0 | 304 | 320 | 150 | 8.0 | 304 | 320 | 400 |
| 1200 | 8 | | 8.0 | 304 | 320 | 150 | 8.0 | 304 | 320 | 400 |
| | | | ±1.0 | ±3.0 | ±3.0 | +7.0 −3.0 | ±1.0 | ±3.0 | ±3.0 | +7.0 −3.0 |

Il sistema garantisce la tenuta contro possibili percolazioni e ruscellamenti di acque superficiali potenzialmente presenti sui paramenti, verticali e/o sub verticali, di intestazione dei tiranti.

**Impiego CAP protezione Serie ALTA (H t .=400mm)**

L'opzione e prevista nelle casistiche in cui sia prescritto di rendere il tirante 'rivisitabile', ovvero di mantenere una idonea lunghezza di trefolo sporgente al fine di poter effettuare, nel tempo, successive ispezioni ed operazioni di verifica e/o ripresa di tiro.

In tale contesto il CAP di protezione viene lasciato libero internamente e pressato, a tenuta, contro la sotto-piastra metallica di ripartizione, mediante il serraggio del vitone centrale.

In questa configurazione, dopo aver tensionato i trefoli ed eseguite tutte le operazioni di sigillatura del dispositivo di protezione sottopiastra (ved. p.to 5.18) si procede a:

- Proteggere i singoli bloccaggi mediante posa degli specifici copribloccaggio monotrefolo, previa interposizione di grasso passivante (UNIGEL 128.F1). Gli elementi risultano inseribili attraverso le fruste dei trefoli previa rimozione della chiusura del beccuccio terminale.
- Applicare singoli spezzoni di vipla, di lunghezza analoga a quella delle fruste, previa ingrassatura passivante delle medesime.
- Sigillare il terminale delle viple ed il collegamento vipla-copribloccaggio a mezzo specifica nastratura di completamento.

Nella condizione descritta il CAP di Protezione risulta sempre accessibile, ispezionabile e riposizionabile nel tempo, consentendo di poter verificare sia lo stato di conservazione della testata metallica del tirante sia di procede ad eventuali successivi ritensionamenti del medesimo.

La tenuta idraulica del dispositivo e garantita dalla presenza della guarnizione (o-ring) pressata, posizionata alla base del CAP di protezione.

Il sistema garantisce la tenuta contro possibili percolazioni e ruscellamenti di acque superficiali potenzialmente presenti sui paramenti, verticali e/o sub verticali, di intestazione dei tiranti.

**Sigillatura intercapedine interna CAP protezione Serie ALTA**

A monitoraggio completato si utilizzerà una miscela cementizia.

Nel caso specifico è prevista l'iniezione di miscela cementizia (A/C ≤ 0,5 / Cem.R42,5) additivata con accelerante di presa e/o diversa tipologia di additivo, secondo prescrizione progettuale del Tecnico del Committente.

L'operazione di iniezione deve avvenire inserendo un tubetto di iniezione all'interno di uno dei due fori di cui e provvisto il CAP di protezione ed impiegando l'atro come via di spurgo, previo inserimento e successiva rimozione (a miscela indurita) di un tubetto di sfiato.

A miscela indurita i due tubetti possono essere rimossi e posizionati gli omologhi tappini di chiusura

Sigillatura intercapedine interna CAP protezione Serie BASSA

**GRASSO PASSIVANTE (prodotto conforme a norma ETAG 013)**

Il grasso passivante denominato Unigel 128F-1 (o altro analogo prodotto di pari caratteristiche fisico-chimiche), impiegato per la protezione anticorrosiva dell'armatura nella parte libera del tirante, e un prodotto specifico per il riempimento totale degli interstizi dei fili del trefolo finalizzato all' isolamento dei medesimi rispetto all'ingresso ed attacco da agenti nocivi esterni.

Esso viene inoltre impiegato per proteggere le testate dei tiranti (dopo la messa in tiro) riempendo il dispositivo di protezione collocato esternamente, attorno alla testata medesima. Il prodotto viene pompato ed utilizzato a freddo.

### 4.1.2 PROVE DI COLLAUDO SUI TIRANTI

Il Progettista può derogare limitatamente alle prove di progetto per gli ancoraggi nel caso in cui la tipologia ed il loro sistema costruttivo sia supportato da consolidata e comprovata esperienza, fermo restando l'obbligo delle prove di verifica in corso d'opera, con le eventuali deroghe di cui al punto seguente.

Il Direttore dei Lavori, in accordo con il Collaudatore ed il Geologo, può derogare limitatamente all'obbligo delle prove di verifica in corso d'opera di tutti gli ancoraggi, potendo essere dette prove eseguite su almeno un ancoraggio ogni tre ed almeno tre ancoraggi della stessa tipologia, nel caso in cui la tipologia degli stessi e il loro sistema costruttivo siano supportati da consolidata e comprovata esperienza, durante i lavori non si verifichino circostanze tali da compromettere la loro corretta esecuzione, vengano confermate le stratigrafie previste in sede di progetto e le caratteristiche geologiche dei terreni di fondazione non ne influenzino negativamente la corretta esecuzione.

Delle deroghe di cui al precedente comma deve essere data comunicazione scritta al SCS.