



COMUNE DI ORIA

PROVINCIA DI BRINDISI

**PON FESR SICUREZZA PER LO SVILUPPO 2007/2013 -
Asse II Diffusione della legalità
Obiettivo Operativo 2.8 "Diffondere la cultura della legalità"**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN CAMPO POLIVALENTE COPERTO E DI UN IMMOBILE ADIBITO A SPOGLIATOIO NELLA ZONA PIP

ubicazione intervento:
ZONA P.I.P.




progettista
ing. Vito LA CALA

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

Campo coperto

**Relazione illustrativa delle caratteristiche, della qualità e della
dosatura dei materiali**

INDICE

1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO. RIFERIMENTI GENERALI**

2 **CALCESTRUZZI**

2.1 *NORMATIVA DI RIFERIMENTO. RIFERIMENTI SPECIFICI*

2.2 *MATERIALI E COSTITUENTI*

- 2.2.1 Cementi
- 2.2.2 Aggregati
- 2.2.3 Acqua di impasto
- 2.2.4 Additivi
- 2.2.5 Aggiunte
- 2.2.6 Ceneri volanti
- 2.2.7 Fumo di silice
- 2.2.8 Limiti di radioattività

2.3 *SPECIFICHE DI COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE*

- 2.3.1 Generalità
- 2.3.2 Durabilità e caratteristiche di "Prestazione" e "Composizione"
- 2.3.3 Granulometria dell'aggregato
- 2.3.4 Rapporto acqua/cemento
- 2.3.5 Lavorabilità
- 2.3.6 Acqua di bleeding
- 2.3.7 Progetto di Miscela - Studio preliminare di qualificazione

2.4 *SPECIFICHE DI PRODUZIONE*

- 2.4.1 Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato
- 2.4.2 Confezionamento del calcestruzzo
- 2.4.3 Trasporto del calcestruzzo
- 2.4.4 Posa in opera del calcestruzzo
- 2.4.5 Stagionatura dei getti
- 2.4.6 Getti nella stagione fredda
- 2.4.7 Getti nella stagione calda
- 2.4.8 Interruzioni e riprese di getto

2.5 *Tolleranze*

- 2.5.1 Tolleranze per le strutture 'in opera'

2.6 *ACCETTAZIONE DEI CALCESTRUZZI E CONTROLLO DI QUALITÀ*

- 2.6.1 Controlli di accettazione
- 2.6.2 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera
- 2.6.3 Prove di carico

2.7 *CONTROLLO DI PRODUZIONE E DI CONFORMITÀ*

2.8 ANALISI DEI CONGLOMERATI

2.8.1 Calcestruzzo per le nuove strutture non armate (sottofondazioni)

2.8.2 Calcestruzzo per strutture di fondazione

2.8.3 Calcestruzzo per strutture in elevazione (corpo spogliatoi)

2.9 MALTE STRUTTURALI

3 ACCIAIO PER C.A.

3.1 CARATTERISTICHE

3.1.1 Resistenza a fatica in campo elastico

3.1.2 Resistenza a carico ciclico in campo plastico

3.1.3 Diametri e sezioni equivalenti

3.1.4 Aderenza e geometria superficiale

3.1.5 Saldabilità

3.2 CONTROLLI SULL'ACCIAIO

3.2.1 Controllo della documentazione

3.2.2 Controlli di accettazione

3.3 CONDIZIONI DI LAVORAZIONE

3.3.1 Trasporto e stoccaggio

3.3.2 Lavorazione

3.3.3 Disposizioni costruttive

4 ANCORANTI CHIMICI

5 STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

5.1 GENERALITÀ

5.2 PROFILI IN ACCIAIO LAMINATO

5.3 BULLONERIE

5.4 SALDATURE

5.7 ANCORANTI CHIMICI

5.8 TASSELLI MECCANICI

5.9 ZINCATURA

5.10 PROTEZIONE AL FUOCO

6 SOLAI A STRUTTURA MISTA IN C.A. E LATERIZI

6.1 GENERALITÀ

6.2 NORMATIVA E PRESCRIZIONI

6.3 MATERIALI COSTITUTIVI DEI SOLAI A STRUTTURA MISTA C.A. E LATERIZI

6.3.1 Conglomerato cementizio

6.3.2 Acciaio per armatura

6.4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DEL SOLAIO

6.4.1 Tolleranze

6.5 FINITURA SUPERFICI DI INTRADOSSO

6.5.1 Fessure

6.5.2 Macchie

6.6 STOCCAGGIO, MOVIMENTAZIONE E PUNTELLAMENTO

6.7 DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO

7 CASSEFORME

7.1 GENERALITÀ

7.2 CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORME

7.3 DISTACCANTI

7.4 PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE E CAVITÀ

7.5 DISARMO (RIMOZIONE DEI CASSERI E DEI PUNTELLI)

8 ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO LAMELLARE

8.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

8.2 GENERALITÀ

8.3 GARANZIE DI QUALITÀ E CONTROLLI

8.4 SPECIFICHE TECNICHE

8.4.1 Elementi in acciaio.

8.4.2 Elementi in legno lamellare.

8.4.3 Adesivi

8.4.4 Trattamenti protettivi e antincendio

8.5 CARATTERISTICHE TECNICHE E CRITERI DI CALCOLO.

8.5.1 Legno per archi e travi 44x20.

8.5.2 Legno per arcarecci e pilastri (copritiranti).

8.6 FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO.

8.7 CONTROVENTI.

8.8 COLLEGAMENTI ED UNIONI.

8.8.1 Unioni bullonate.

8.8.2 Unioni chiodate.

8.8.3 Collegamento travi secondarie-archi principali.

8.9 TRASPORTO E MONTAGGIO.

1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO. RIFERIMENTI GENERALI

Legge 5 novembre 1971 n° 1086. Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14.01.2008. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 4.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30).

Decreto del Presidente della Repubblica n° 380 del 6 giugno 2001. Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001).

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

Decreto Leg.vo 12 aprile 2006, n. 163. Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207. Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE".

Decreto Leg.vo 9 aprile 2008, n. 81. Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro.

2 CALCESTRUZZI

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO. RIFERIMENTI SPECIFICI

UNI EN 206-1	<i>Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità</i>
UNI 11104	<i>Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1</i>
UNI EN 197-1	<i>Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni</i>
UNI 9156	<i>Cementi resistenti ai solfati</i>
ISO 9001	<i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>
UNI EN 12620	<i>Aggregati per calcestruzzo</i>
UNI 8520 Parte 1 e 2	<i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti</i>
UNI EN 1008	<i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>
UNI EN 934-2	<i>Additivi per calcestruzzo</i>
UNI EN 450	<i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	<i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>
UNI EN 12350-2	<i>Determinazione dell'abbassamento al cono</i>
UNI EN 12350-5	<i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>
UNI EN 12350-7	<i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>
UNI 7122	<i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	<i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i>
EN 13791	<i>Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera</i>
UNI EN 12504-1	<i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>
EN 10080	<i>Acciaio per cemento armato</i>
UNI EN ISO 15630 -1/2	<i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>
UNI ENV 13670-1	<i>Execution of concrete structures</i>
UNI 8866	<i>Disarmanti</i>

“Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”, edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

ISO 9001:2000 – “Sistema di gestione per la qualità. Requisiti”

2.2 MATERIALI E COSTITUENTI

2.2.1 Cementi

Si fa particolare riferimento alle norme, indicazioni, caratteristiche e prescrizioni contenute nella UNI EN 197-1 e nelle normative Legge 26/05/1965 n. 595 e DM 03/06/1968 “Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi”.

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

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

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nella presente relazione.

I cementi adoperati dovranno essere forniti da uno stesso cementificio; ove non sia possibile, l'Appaltatore è tenuto a completare comunque con lo stesso tipo di cemento i manufatti iniziati, interrompendo il getto in corrispondenza di situazioni statiche ed estetiche ritenute corrette ed accettabili dal Direttore dei Lavori.

Il Direttore dei Lavori, in sede di pre-qualifica dei mix dei calcestruzzi, alla luce del ‘programma dei getti’ redatto dall'Impresa potrà, a suo giudizio insindacabile, autorizzare l'utilizzo di cementi provenienti da diversi cementifici.

Il cemento deve essere conservato in luogo asciutto od in contenitori chiusi a perfetta tenuta d'acqua. Durante la conservazione nei silos si dovranno adottare tutte le precauzioni necessarie per evitare fenomeni di condensazione all'interno degli stessi.

I diversi tipi di cemento devono essere conservati in contenitori separati, facilmente riconoscibili, in modo da impedire errori di utilizzazione.

In caso di lunga permanenza del legante nei silos o nei locali di deposito, si dovranno predisporre opportune verifiche di laboratorio atte ad accertare il mantenimento delle caratteristiche originali del prodotto.

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

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'Impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

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

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

2.2.2 **Aggregati**

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere marcatura CE secondo il D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla D.L. ad ogni eventuale cambiamento di cava.

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

Si fa riferimento agli aggregati di massa volumica normale compresa fra 2000 e 3000 Kg/mc, determinata secondo UNI EN 1097-6.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nei successivi paragrafi.

Gli aggregati dovranno presentare caratteristiche qualitative tali da poter essere classificati di categoria A, in funzione dei limiti di accettazione definiti nella UNI 8520-2.

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

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

prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520-2.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo nel rispetto delle prescrizioni imposte dal § 11.2.9.2 del DM 14-01-2008, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito.

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa naturale o di frantumazione, dovrà provenire da rocce non gelive, aventi alta resistenza alla compressione, essere assolutamente priva di materie terrose ed organiche, essere preferibilmente di qualità silicea, di grana omogenea, stridente al tatto.

Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle interessate da fenomeni anche modesti di erosione e di incrostazione. I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina o di calcari compatti, puri, durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione; saranno a spigolo vivo, scevri da materie terrose ed organiche. Ghiaie e pietrischi devono provenire da rocce non gelive.

Le miscele degli inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità, aria inglobata, etc.), sia nell'impasto indurito (resistenza, modulo elastico, ritiro, fluage, coefficiente di dilatazione termica lineare, etc.).

Gli inerti devono essere conservati in luoghi puliti, su di un piano di calcestruzzo opportunamente inclinato, al fine di evitare qualsiasi ristagno d'acqua. Sono comunque proibiti i depositi su terra e contro-terra. Le diverse classi granulometriche, così come gli inerti di categorie diverse, devono essere conservati separatamente, evitando ogni possibile miscelazione.

2.2.3 Acqua di impasto

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

Per le acque non provenienti dai normali impianti di distribuzione di acqua potabile, si dovrà stabilirne l'idoneità mediante gli esami necessari per rilevare la presenza di sostanze con influenza negativa sui fenomeni di presa e indurimento del calcestruzzo, nonché sulla durabilità.

L'acqua dovrà essere comunque limpida, incolore, inodore e sotto agitazione non dovrà dare luogo a formazione di schiume persistenti.

2.2.4 Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi

appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere dell'Impresa verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità delle opere. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Gli additivi eventualmente utilizzati dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche finali dei manufatti ed essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di un Laboratorio Ufficiale da sottoporre al giudizio del Direttore dei Lavori, di rispondere ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.

Nel caso di utilizzo di additivi "superfluidificanti", dovranno essere impiegati esclusivamente quelli di tipo sintetico a base acrilica o melamminica.

La quantità di additivi, se ne vengono usati, non deve superare i 50 g/Kg di cemento né deve essere minore di 2 g/Kg di cemento nella miscela. E' consentito l'impiego di additivi in quantità minore soltanto se preventivamente dispersi nell'acqua di impasto. La quantità di additivo liquido che superi i 3 l/mc di calcestruzzo deve essere presa nel calcolo del rapporto a/c (UNI EN 206-1, punto 5.2.6).

2.2.5 Aggiunte

Qualunque eventuale materiale di aggiunta, quali ceneri volanti, fumo di silice, filler secondari, ecc. dovrà essere chiaramente espresso nel progetto di miscela (mix-design) che l'Impresa dovrà sottoporre preventivamente alla D.L..

L'uso degli elementi di aggiunta potrà essere vietato o condizionato a limiti e particolari qualità, quantità, caratteristiche e modalità di confezionamento. In ogni caso, salvo prescrizioni più restrittive eventualmente impartite dalla D.L., l'utilizzo di aggiunte dovrà essere conforme a quanto nella UNI EN 12620 per le aggiunte di "tipo I" e nei parr. 5.1.6 e 5.2.5 della UNI EN 206-1 ed al par. 4.2 della UNI 11104 per le aggiunte di "tipo II".

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

2.2.6 Ceneri volanti

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

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente (di cui al punto 1.3.4) il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, come definito al § 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1, verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104.

2.2.7 Fumo di silice

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

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

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

$$\text{fumo di silice} \leq 7\% \text{ rispetto alla massa di cemento.}$$

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

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

- per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ eccetto $k = 1,0$ in presenza delle classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice, c.d. contenuto di cemento equivalente) non deve comunque risultare inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (o delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

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

2.2.8 Limiti di radioattività'

Si raccomanda di effettuare prelievi e controlli a campione, certificati da Istituti di Fisica delle Università, per assicurare che il livello di radioattività di tutti i componenti e, in particolare, delle ceneri eventualmente utilizzate, risulti inferiore a quello del "fondo naturale di radiazioni", dell'area di intervento, così come definito all'art.5 del DPR 13/2/64 n. 185.

2.3 SPECIFICHE DI COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE

2.3.1 Generalità

Si fa riferimento al calcestruzzo normale con massa volumica, dopo essiccazione a 105 °C, compresa fra 2000 e 2800 Kg/mc.

2.3.2 Durabilità e caratteristiche di "Prestazione" e "Composizione"

Tutti i calcestruzzi impiegati saranno a "prestazione garantita", in conformità alla UNI EN 206-1.

Dovrà essere garantita, unitamente alla resistenza, la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio. Pertanto, ogni calcestruzzo oltre a rispettare tutte le prescrizioni contenute esplicitamente o implicitamente negli elaborati progettuali, dovrà altresì rispettare i requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104, UNI EN 206-1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alle classi di esposizione ambientale dell'opera cui il calcestruzzo è destinato:

Le prescrizioni base di progetto, per ogni tipo di miscela omogenea, sono riferite alle seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza a compressione minima
- classe di esposizione
- max rapporto a/c
- tipo e classe di cemento
- dosaggio minimo di cemento
- diametro massimo nominale degli aggregati
- classe di consistenza
- classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo

2.3.3 Granulometria dell'aggregato

Gli inerti dovranno essere suddivisi come minimo in tre classi granulometriche per i calcestruzzi delle strutture 'in opera' e per i pannelli prefabbricati di copertura dei nuovi pozzetti di manovra ed in due classi granulometriche per i calcestruzzi dei nuovi tegoli prefabbricati, delle nuove lastre prefabbricate e dei nuovi pannelli verticali prefabbricati di facciata della vasca; la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadra da 5 mm di lato.

La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui alla presente relazione. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità del conglomerato stesso, dell'armatura metallica, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. La dimensione massima dell'aggregato, indicata nelle singole analisi dei conglomerati, dovrà comunque corrispondere alle caratteristiche dei getti e delle armature, così come indicato al punto 5.2.3. della UNI EN 206-1.

La determinazione di verifica del diametro massimo degli inerti verrà effettuata secondo la UNI EN 933-1.

Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

L'assortimento granulometrico dell'aggregato dovrà avere una composizione e distribuzione tale da rispettare, in funzione anche del dosaggio di cemento, della forma degli inerti e della consistenza dell'impasto, la curva di Bolomey. Nei progetti di miscela e studi preliminari di qualificazione la D.L. potrà richiedere anche confronti e verifiche del fuso di Fuller .

2.3.4 Rapporto acqua/cemento

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

- (a_{aggr}) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

- (a_{add}) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;
- (a_{gh}) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;
- (a_m) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

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

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

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

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

I termini utilizzati sono:

- c => dosaggio per m³ di impasto di cemento;
- cv => dosaggio per m³ di impasto di cenere volante;
- fs => dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice;
- K_{cv} ; K_{fs} => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (ved. paragrafi 2.2.1 e 2.2.2);

2.3.5

Lavorabilità

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

Salvo diverse specifiche e/o accordi con la Direzione dei Lavori la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate al punto 1.5.1. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 m³ di calcestruzzo e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

In particolare la lavorabilità dei calcestruzzi ordinari dovrà essere definita mediante:

- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 220 mm;

- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 220 mm.

Se il conglomerato cementizio viene pompato il valore della lavorabilità dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa, fermo restando quanto specificato al punto 1.4.3.

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

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice)
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione; tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'Impresa.

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

2.3.6 Acqua di bleeding

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

2.3.7 Progetto di Miscela - Studio preliminare di qualificazione

Tutti i conglomerati dovranno essere studiati preliminarmente e verificati sperimentalmente per i necessari controlli di accettazione.

Deve essere sottoposto alla D.L. il Progetto di Miscela (mix-design) di ogni tipo di miscela omogenea, in grado di soddisfare tutti i requisiti qualitativi e prestazionali prescritti.

I "Progetti di Miscela" dovranno, fra l'altro, contenere i seguenti dati:

- qualità degli inerti con indicazione sulla loro origine, natura, caratteristiche petrografiche, peso specifico SSA (saturo a superficie asciutta) e classi granulometriche adottate;
- origine e caratteristiche dei cementi con indicazione della cementeria produttrice e del dosaggio;
- dettagliate informazioni e certificazioni sulla natura, origine, proprietà, caratteristiche e dosaggio degli additivi e delle addizioni;
- origine, qualità e dosaggio dell'acqua, tenendo conto della umidità degli inerti;
- composizione della miscela di aggregati e procedimento usato per il calcolo della distribuzione granulometrica ottimale; curve granulometriche di Fuller o Bolomey (per tenere conto della quantità di finissimo, cemento e ceneri, della forma dell'inerte e della consistenza).

Dovranno essere, inoltre, fornite dettagliate informazioni sull'impianto di confezionamento, sui sistemi di trasporto e di posa. In particolare dovrà essere specificata la produttività dell'impianto e dimostrata la continuità di approvvigionamento dei getti.

Dovranno essere eseguite, con l'assistenza ed il controllo della D.L, significative prove sperimentali sulle miscele progettate per la valutazione delle resistenze caratteristiche e per la verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

2.4 SPECIFICHE DI PRODUZIONE

Le modalità di stoccaggio, dosaggio, miscelazione, trasporto, getto, consegna e stagionatura dei conglomerati dovrà essenzialmente corrispondere a quanto prescritto dalla UNI EN 206-1.

In accordo al D.M. 14-01-2008 per la produzione del calcestruzzo si richiede che venga prodotto con processo industrializzato e fornito da impianti certificati con FPC.

Le miscele, prodotte con un processo industrializzato come richiesto nella presente relazione, non necessitano della prequalifica richiesta, invece, dal D.M. 14-01-2008 per i conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

2.4.1 Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato

Tale situazione è contemplata dal DM 14-01-2008 al § 11.2.8, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia all'interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi esterni al cantiere (impianti di preconfezionamento o di prefabbricazione);
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

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

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal DM 14-01-2008 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo, chiamato "controllo della produzione in fabbrica" (FPC), deve essere riferito a ciascun impianto ed è sostanzialmente differente dall'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale al quale, tuttavia, può essere affiancato.

Il sistema di controllo dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e che operi in coerenza con la UNI EN 45012. Quale riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche reologiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, procederà a verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il Fornitore di calcestruzzo dovrà consegnare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei getti, copia dell'attestato di certificazione del sistema di controllo di produzione in fabbrica; qualora le forniture provengano da impianti di preconfezionamento esterni al cantiere ed estranei all'Impresa, quest'ultima sarà tenuta a richiedere copia dell'attestato di cui sopra al produttore di calcestruzzo.

La Direzione Lavori verificherà quindi che i documenti accompagnatori di ciascuna fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (ad es. certificazione della marcatura CE dei materiali costituenti).

2.4.2 Confezionamento del calcestruzzo

Gli impasti devono essere confezionati, in modo da escludere rischi di fenomeni di segregazione (sedimentazione ed essudazione) nei conglomerati o di prematuro inizio della presa.

La miscelazione degli elementi dovrà avvenire con il seguente ciclo: inerti, cemento, acqua, additivi. Essa dovrà essere effettuata meccanicamente.

Nel caso di autobetoniere, la miscelazione deve essere eseguita in un'unica fase con automezzo fermo ed alla massima velocità indicata dalla casa produttrice del contenitore. In ogni caso la miscelazione dovrà essere conforme a quanto indicato nella UNI EN 206-1.

2.4.3 Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo fresco, dall'impianto di betonaggio alla zona del getto, deve avvenire nel più breve tempo possibile e nei limiti conseguenti alle prescrizioni sulle modalità di confezionamento e getto, mediante sistemi che evitino rischi di fenomeni di segregazione (sedimentazione ed essudazione) o di prematuro inizio della presa e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo. Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo fra l'impasto e la messa in opera non supererà i cinque minuti; per periodi di tempo più lunghi si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.

Ciascuna fornitura di calcestruzzo dovrà essere accompagnata da un documento di trasporto (bolla) conforme alle specifiche del § 7.3 della UNI EN 206-1 sul quale dovranno essere riportati almeno:

- data e ora di produzione;
- data e ora di arrivo in cantiere, di inizio scarico e di fine scarico;
- classe o classi di esposizione ambientale;
- classe di resistenza caratteristica del conglomerato;
- tipo e classe;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di consistenza o valore numerico di riferimento;
- classe di contenuto in cloruri;
- quantità di conglomerato trasportata;

- la struttura o l'elemento strutturale cui il carico è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori.

È facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto.

Nel trasporto per pompaggio, il diametro dei tubi deve essere proporzionato al diametro massimo D dell'inerte usato, adottando un rapporto (diam. tubo/D)>3.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a rispettare il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento massimo del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non sono ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

2.4.4 Posa in opera del calcestruzzo

Le operazioni di getto potranno essere avviate solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

È onere dell'Impresa la perfetta pulizia, prima dell'esecuzione dei getti, delle superfici (e.g. casseforme, elementi strutturali) che devono accogliere i getti stessi. In particolare su tali superfici deve essere verificata l'assenza di corpi estranei quali, ad esempio, elementi in plastica, in legno, in polistirene, residui di ferri (fili, chiodi, reggette) aventi funzione di legatura, di collegamento casseri od altro.

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice.

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

Prima del getto del calcestruzzo su superfici di calcestruzzo di strutture esistenti, devono essere stati eliminati da esse (limitatamente alla parte interessata dal getto) le parti di calcestruzzo deteriorato ed in fase di distacco, qualsiasi elemento che possa essere servito per la realizzazione di fori, incassi, etc. (e.g., legno, polistirene, plastica), qualsiasi tipo di finitura (e.g. tinteggiatura, intonaco), polvere, oli, grassi, detriti. Nel caso in cui siano presenti armature esistenti, esse devono essere spazzolate al fine di pulirle da polvere, lattime di cemento, grassi

oli, vernici, intonaco, parti delle barre con ruggine in fase di distacco (deve essere invece lasciato il film di ruggine 'passivante').

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

E' generalmente esclusa la possibilità di aggiunte di acqua alla consegna sui luoghi di getto. Se al momento della consegna la classe di consistenza dovesse risultare superiore a quella prescritta, il calcestruzzo non potrà essere messo in opera. Tuttavia se la consistenza fosse minore di quella prescritta ed il calcestruzzo si trovasse ancora nel mescolatore o nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di acqua o di idonei additivi, purché il massimo valore del rapporto a/c, fissato in progetto, non venga in questo modo superato e tale intervento sia autorizzato dalla D.L. Ogni aggiunta di acqua o additivi al calcestruzzo dovrà essere registrata sulla scheda di consegna del materiale ed, in ogni caso, esplicitamente autorizzato dalla D.L..

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

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto ed il successivo getto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione (sedimentazione ed essudazione). Il calcestruzzo dovrà essere steso a strati orizzontali dello spessore da 15 a 30 cm, a seconda delle dimensioni delle strutture, prima dell'indispensabile costipamento. E' tassativamente vietato scaricare il conglomerato in unico punto e distenderlo con l'impiego del vibratore.

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

Dopo aver gettato il calcestruzzo in opera, si provvederà ad eseguire il costipamento mediante vibrazione. La vibrazione dovrà essere eseguita per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla D.L., generalmente non superiore a 15 cm, ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante.

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

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10

La curva granulometrica dovrà essere studiata anche in relazione alle prescritte classi di consistenza ed alle esigenze della vibrazione.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato in modo da assicurare che una carota estratta dal getto in opera, dietro richiesta della D.L., presenti una massa volumica non inferiore al 97% della massa volumica del calcestruzzo compattato a rifiuto, prelevato per la preparazione dei provini cubici in corso d'opera.

Tutti i manufatti dovranno essere realizzati con getti monolitici; affinché il getto sia considerato monolitico, ogni strato dovrà essere posato sul precedente prima che quest'ultimo abbia iniziato a fare presa.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

L'Appaltatore dovrà prevedere un "programma dei getti", in funzione delle esigenze di lavorazione e programmazione delle diverse fasi esecutive delle opere, nonché al fine di evitare difetti da fenomeni di ritiro, il frazionamento dei getti tenendo conto della loro forma ed estensione e delle condizioni climatiche. Il suddetto "programma dei getti", da sottoporre all'approvazione della D.L., dovrà contenere anche la puntuale descrizione delle modalità di ripresa dei getti.

Il programma dei getti deve essere redatto in maniera tale da fornire all'opera le caratteristiche di monoliticità derivanti sia dalle esigenze di natura statica, sia da quelle connesse con le opere di completamento. Ne consegue che la approvazione del programma dei getti è affidata al parere insindacabile della D.L..

Salvo indicazione contraria sugli elaborati progettuali il progetto delle strutture è stato redatto considerando le seguenti modalità di getto:

- Le travi della vasca sugli allineamenti X2, X3, Y1, Y10 sono realizzate, contestualmente, in tre getti successivi: il primo, senza interruzioni di getto da q. +3.75 a q. +4.15; il secondo, senza interruzioni di getto, da q. +4.15 a q. +4.35; il terzo, senza interruzioni di getto da q. +4.35 a q. +6.05.
- La contro-parete della vasca lungo l'allineamento X2 è realizzata senza interruzioni di getto.

- I nuovi pilastri 30x60 sui picchetti 1C e 10C sono realizzati senza interruzioni di getto
- Ogni elemento prefabbricato è realizzato senza interruzioni di getto.
- Per ogni nuovo pozzetto di manovra, la platea è realizzata senza interruzioni di getto.
- Per ogni nuovo pozzetto di manovra, le quattro pareti sono realizzate contestualmente e senza interruzioni di getto.

I conglomerati di qualsiasi natura ed impiegati per qualsiasi tipologia strutturale, di fondazione o di elevazione, dovranno dare, dopo sformatura, superfici perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, nidi di ghiaia, sbavature od irregolarità di sorta e tali comunque da non richiedere ripristini, spianamenti o rinzaffi.

Ove, per imperfezione del lavoro, si presentassero al momento del disarmo incavi o irregolarità, l'Appaltatore sarà tenuto al ripristino dell'irregolarità delle superfici con malta cementizia premiscelata a ritiro compensato o espansiva aventi caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle della struttura originaria, dopo aver rattivato e bagnato a rifiuto le superfici da regolarizzare e seguendo le modalità di esecuzione prescritte dal produttore della malta.

Il Direttore dei Lavori potrà comunque ordinare la demolizione ed il rifacimento dei manufatti ritenuti imperfetti o non idonei in rapporto all'opera nel suo complesso, o prescrivere l'utilizzo di prodotti specifici per il ripristino delle strutture.

In ogni caso qualsiasi intervento di ripristino (anche quello relativo a lievi irregolarità o incavi superficiali) potrà essere effettuato solo dopo esplicita autorizzazione da parte della D.L.

Tutti gli angoli avranno, salvo diversa indicazione, smussi a 45° con cateto pari a 1,5 cm.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

L'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i valori minimi e massimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro durante le operazioni di getto del calcestruzzo.

Quando il getto deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare tutti gli accorgimenti, approvati dalla Direzione Lavori, necessari ad impedire che l'acqua ne dilavi le superfici e ne pregiudichi la normale maturazione.

2.4.5 Stagionatura dei getti

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente

insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione (previa autorizzazione da parte della D.L.), sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale (e.g. platee), di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

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

La stagionatura a vapore, sia per manufatti gettati in opera che prefabbricati a piè d'opera o in stabilimento, dovrà essere preventivamente autorizzata dalla D.L., alla quale dovrà essere presentato il programma dell'intero ciclo con tutte le modalità e le caratteristiche del trattamento.

2.4.6 Getti nella stagione fredda

Per tutta la durata della stagione fredda, si dovranno prendere opportune precauzioni al fine di evitare la formazione di blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio e di garantire ai getti condizioni di maturazione prossime il più possibile a quelle normali.

Qualora la temperatura ambiente dovesse risultare, al momento del getto o (in previsione) durante i tre giorni successivi dal termine del getto, inferiore ai 5 °C (278 K), i getti dovranno essere espressamente autorizzati dalla D.L., dopo che siano stati verificati i provvedimenti necessari a garantire il raggiungimento delle resistenze previste, la qualità delle opere e le modalità di disarmo.

Le operazioni di getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospese nel caso in cui la temperatura dell'aria scenda al di sotto di 278 K (5 °C).

Il Direttore dei Lavori a suo giudizio insindacabile potrà autorizzare il getto con temperature comprese tra 263 K (-10 °C) e 278 K (5 °C) a condizione che

l'impianto di betonaggio sia dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto, sia superiore a 287 K (14 °C) o che siano utilizzati, sotto la responsabilità dell'Impresa, additivi acceleranti di presa conformi alla UNI EN 934-2 e opportuni additivi antigelo conformi alla norma UNI 7109.

Oltre alle succitate precauzioni occorrerà mettere in atto particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. per evitare una dispersione termica troppo rapida. Si dovrà quindi prevedere l'eventuale posa di teloni od altri elementi di protezione, tali comunque da creare un microclima adatto intorno ai materiali ed alle opere da proteggere.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi qualora la temperatura scenda al di sotto di 263 K (-10 °C).

In ogni caso, prima di dare inizio ai getti, è fatto obbligo di verificare che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

Al fine di poter mettere in atto correttamente e verificare le prescrizioni riguardanti le temperature di getto, occorre che in cantiere sia esposto un termometro in grado di indicare le temperature minime e massime giornaliere.

2.4.7 Getti nella stagione calda

Durante la stagione calda ed allorquando la temperatura ambiente superi i 33°C (306 K), bisognerà prestare particolare cura nell'esecuzione dei getti, adottando tutte le misure utili a contenere il sovrariscaldamento della massa e la conseguente rapida evaporazione dell'acqua di impasto: riparare gli aggregati dall'esposizione diretta ai raggi solari ed eventuale loro raffreddamento con ripetute bagnature (*l'acqua comunque contenuta e trattenuta dagli aggregati dovrà essere messa in conto nel controllo del rapporto a/c*), raffreddamento dell'acqua di impasto, protezione dall'irraggiamento di betoniere ed attrezzature, bagnatura esterna ed interna dei casseri.

La stagionatura dei conglomerati dovrà avvenire in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento. Le superfici dei getti dovranno essere trattate, ove e quando necessario e con l'autorizzazione della D.L., con speciali vernici anti-evaporanti, spruzzate convenientemente a coadiuvamento delle bagnature.

Comunque si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i +35°C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore ai +75°C, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che il salto tra le due temperature non dovrà superare i 40°C.

Potrà essere proposta all'accettazione della D.L. la modifica del mix di progetto e/o l'eventuale adozione di additivi ritardanti.

Allorquando le condizioni ambientali risultassero eccessivamente severe (a parere insindacabile del D.L.), la D.L. potrà disporre la sospensione dei getti o la loro esecuzione nelle ore serali o notturne.

2.4.8 Interruzioni e riprese di getto

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno adottare tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo; in questi casi le soluzioni dovranno essere esplicitamente approvate dalla D.L..

In corrispondenza delle interruzioni di getto per travi e solai, il calcestruzzo dovrà essere contenuto entro i casseri da pareti provvisorie: non saranno ammesse interruzioni di getto con calcestruzzo fresco libero nelle sue parti terminali e non opportunamente contrastato da superfici solide.

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e bagnate a rifiuto.

Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa.

Solo se richiesto esplicitamente dalla D.L., si dovrà assicurare il collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto mediante applicazione di resine strutturali di adesione, previa l'eventuale interposizione di adeguate lamiere stirate, se richieste dalla D.L..

La testa della nuova parete in c.a. $s=15$ cm, da realizzare previa demolizione della parte di parete in muratura esistente, sulla esistente parete in c.a. di separazione tra il locali quadri e la vasca, deve essere posta a 3 cm di distanza (in verticale) dall'intradosso dei nuovi elementi di copertura della vasca. Tale giunto orizzontale deve essere sigillato su entrambe le facce (cfr. particolare 4 dell'elaborato 157-E-S-SC-01) con sigillante polisolfurico bi-componente 'Grace Vertiseal CE' o equivalente.

2.5 TOLLERANZE

2.5.1 Tolleranze per le strutture 'in opera'

Nel presente paragrafo sono riportate le tolleranze 'S' (scostamenti ammissibili rispetto alle dimensioni e/o quote riportate negli elaborati progettuali) inerenti esigenze di natura esclusivamente strutturale; per tutte le tolleranze riguardanti la realizzazione delle opere strutturali ma derivanti da esigenze architettoniche,

impiantistiche, ecc. si vedano gli elaborati del progetto architettonico, impiantistico, ecc.

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto sopra riportato e tenendo conto che, in ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto:

a) Fondazioni:

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: $S = \pm 1.0$ cm
- dimensioni in pianta: $S = \pm 1.0$ cm
- dimensioni in altezza: $S = - 0.5$ cm o $+ 2.0$ cm
- quota altimetrica estradosso: $S = - 0.5$ cm o $+ 2.0$ cm

b) Strutture verticali in elevazione (pareti, pilastri, ecc):

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: $S = \pm 1.0$ cm
- spessore: $S = - 0.5$ cm o $+ 1.0$ cm
- quota altimetrica sommità: $S = \pm 0.5$ cm
- fuori piombo: $S = 1/500$ dell'altezza della struttura stessa, con un max di 1.0 cm

c) Solette e solai in genere:

- spessore: $S = -0.5$ cm o $+ 1.0$ cm
- quota altimetrica estradosso: $S = \pm 0.5$ cm
- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): $S = 2$ mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino, con un massimo di 5 mm;

d) Vani, cassette:

- posizionamento e dimensione vani e cassette: $S = \pm 1.0$ cm

2.6

ACCETTAZIONE DEI CALCESTRUZZI E CONTROLLO DI QUALITA'

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

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, il Fornitore del calcestruzzo dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o presso l'impianto di confezionamento, ad eccezione delle eventuali determinazioni

chimiche e dei controlli di cui al punto 1.5.1 che dovranno essere eseguite presso laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Si farà riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14-01-2008. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione, il calcestruzzo è individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R_{ck}).

In carenza di una memorizzazione automatica dei pesi dei vari componenti la miscela ed ogni qual volta lo ritenga necessario, la Direzione dei lavori potrà dar prelevare, prima del getto, un campione di calcestruzzo fresco sul quale verranno eseguite la determinazione del dosaggio di cemento e del contenuto d'acqua. Il controllo sarà ritenuto positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se i risultati delle determinazioni saranno conformi ai valori minimi prescritti con una tolleranza ammessa del 6% in meno per il dosaggio minimo del cemento ed in più per il massimo valore del rapporto a/c.

L'Appaltatore od il fornitore del calcestruzzo dovranno indicare sui documenti contabili e sulla bolla di accompagnamento per il trasporto: il tipo ed il dosaggio di cemento utilizzato ed il tenore delle aggiunte (ceneri volanti, silice fume) eventualmente impiegate nel calcestruzzo, che dovranno essere conformi alle specifiche di accettazione.

2.6.1 Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 del DM 14-01-2008, su miscele omogenee di conglomerato come definite al §11.2.1 del citato Decreto.

I controlli saranno classificati come segue:

- tipo A;
- tipo B (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m³).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m³ di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel D.M. 14-01-2008 e nella norma UNI-EN 206-1.

Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

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

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

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

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

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

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

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

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

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

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie. Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero. Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassera. La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile che dovrà anche essere riportata su un verbale in modo tale che si possano conoscere, oltre alla denominazione del cantiere, la composizione, le caratteristiche e la localizzazione nel contesto dell'opera del calcestruzzo prelevato, nonché la data e l'ora del prelevamento (UNI EN 12350-

1:2001, punto 5); l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

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

1. Identificazione del campione:
 - tipo di calcestruzzo;
 - numero di provini effettuati;
 - codice del prelievo;
 - metodo di compattazione adottato;
 - numero del documento di trasporto;
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. La firma della D.L..

Al termine del prelievo, i provini verranno archiviati in adeguate strutture predisposte dall'Impresa (a sua cura e spese) e posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

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

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

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

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a

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

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

Il Direttore dei lavori potrà far prelevare provini supplementari, oltre quelli indispensabili al controllo di accettazione di cui D.M. 14-01-2008 e richiedere prove di resistenza alle stagionature brevi (3/7/14 gg). Tali prove sono a carico dell'Impresa.

2.6.2 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza ai valori di resistenza prescritti del calcestruzzo già messo in opera, la Direzione Lavori procederà ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove distruttive e/o non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione (§ 11.2.6 del D.M. 14-01-2008).

Allo scopo potranno essere eseguite, con il benestare e secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, anche prove complementari e determinazioni su carote di calcestruzzo indurito; la valutazione della resistenza del calcestruzzo attraverso tali prove è lasciata al giudizio insindacabile del D.L. che per lo scopo potrà utilizzare le normative nazionali e/o internazionali più avanzate in materia.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/D) = 1$ o $= 2$ e non in un intervallo intermedio, in conformità con la UNI EN 12504-1.

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

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

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;

- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

Il Direttore dei Lavori si assume la totale responsabilità dell'effettuazione delle prove distruttive dallo stesso richiesto.

Per analisi più estese ed accurate, potranno essere associate ai carotaggi determinazioni di parametri non distruttivi, mediante i metodi normati dalle normative nazionali (ad. es. UNI) e/o internazionali (ad es. EN) più avanzate in materia.

Le aree di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove non distruttive, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine. Le aree ed i punti di prova debbono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi: pertanto si farà riferimento al giornale dei lavori ed eventualmente al registro di contabilità per identificare correttamente le strutture o porzioni di esse interessate dalle non conformità

La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova, di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate, mentre nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto.

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate ed alle indicazioni del produttore dello strumento di prova. In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive sia di evidenti difetti (vespai, vuoti, occlusioni, etc.) che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse, sia di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ...), sia di polvere ed impurità in genere. L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie non rimosibili deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un

elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

2.6.3 Prove di carico

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

2.7 CONTROLLO DI PRODUZIONE E DI CONFORMITÀ

Dovranno essere attuati tutti i controlli e le procedure per il controllo della qualità indicati al punto 1 della UNI EN 206-1.

In particolare si segnalano e riportano tutti i dati attinenti al controllo di produzione in cantiere, all'impianto di betonaggio del preconfezionato o nello stabilimento di prefabbricazione, che dovranno essere riportati su di un apposito registro dei lavori:

- provenienza di cemento, aggregati, additivi ed aggiunte;
- numero di bolletta del cemento, aggregati, additivi ed aggiunte;
- provenienza dell'acqua d'impasto;
- consistenza del calcestruzzo;
- massa volumica del calcestruzzo fresco;
- rapporto a/c del calcestruzzo fresco;
- quantità d'acqua aggiunta del calcestruzzo fresco;
- dosaggio di cemento;
- data ed ora del prelievo dei campioni;
- numero di provini;
- sequenza di fasi particolari dei lavori durante getto e stagionatura del calcestruzzo;
- temperatura e condizioni meteorologiche durante getto e stagionatura del calcestruzzo;
- parte della struttura in cui viene utilizzato un certo impasto.
- identificazione del produttore;

- scheda di consegna con l'indicazione del tempo, in ore e minuti, di partenza.

2.8 ANALISI DEI CONGLOMERATI

Per ognuno dei tipi di miscela omogenea prevista, sono state prescritte le caratteristiche necessarie ad assicurare sia la resistenza meccanica di progetto che quelle finalizzate alla durabilità ed alle esigenze di confezionamento e lavorazione.

L'utilizzo di miscele contenenti tipi di cemento diversi da quelli qui di seguito riportati è subordinata alla approvazione insindacabile della D.L.. Nessuna miscela di calcestruzzo potrà essere utilizzata senza che sia stata ufficialmente approvata e qualificata dalla D.L..

Per l'analisi dei conglomerati costituenti i tegoli prefabbricati ed i nuovi pannelli prefabbricati verticali della vasca si vedano i capitoli specifici della presente relazione.

L'Appaltatore deve fornire alla D.L. i mix (comprensivi di tutte le analisi previste dalla presente relazione ed ai sensi di legge) redatti dai tecnici qualificati dei fornitori di calcestruzzi per la relativa approvazione.

Il dosaggio minimo di cemento indicato nei successivi paragrafi è quello necessario a garantire esclusivamente le caratteristiche di durabilità della miscela derivanti dalle classi di esposizione di progetto. Tale valore può essere oggetto di incremento da parte dei Tecnici dell'Impresa incaricati della redazione del progetto di miscela del calcestruzzo al fine di garantire la classe di resistenza del calcestruzzo sopra prescritta.

2.8.1 Calcestruzzo per le nuove strutture non armate (sottofondazioni)

Prescrizioni per il calcestruzzo:

Classe di resistenza a compressione minima: C12/15

Classe di esposizione: X0 (UNI EN 206-1)

Max rapporto a/c: 0.65 (UNI 11104)

Tipo e classe di cemento: CEM II/A-LL 32.5 (UNI-EN 197-1)

Dosaggio min. di cemento: 200 Kg/m³

Dimensione max aggregati: 32 mm

Classe di consistenza: S4 (UNI EN 206-1)

Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4

2.8.2 Calcestruzzo per strutture di fondazione

Prescrizioni per il calcestruzzo:

- Classe di resistenza a compressione minima: C25/30
- Classi di esposizione: XC4 (UNI EN 206-1)
- Max rapporto a/c: 0.45
- Tipo e classe di cemento: CEM II/A-LL 42.5 R (UNI-EN 197)
- Dosaggio min. di cemento: 360 Kg/m³
- Dimensione max aggregati: 20 mm
- Classe di consistenza: S4 (UNI EN 206-1)
- Aria intrappolata: max 2,5%
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

2.8.3 Calcestruzzo per strutture in elevazione (corpo spogliato)

Prescrizioni per il calcestruzzo:

- Classe di resistenza a compressione minima: C32/40
- Classi di esposizione: XC4 (UNI EN 206-1)
- Max rapporto a/c: 0.45
- Tipo e classe di cemento: CEM II/A-LL 42.5 R (UNI-EN 197)
- Dosaggio min. di cemento: 360 Kg/m³
- Dimensione max aggregati: 20 mm
- Classe di consistenza: S4 (UNI EN 206-1)
- Aria intrappolata: max 2,5%
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

2.9 MALTE STRUTTURALI

Nel progetto in esame è previsto l'uso di malte strutturali per interventi di fissaggio delle strutture metalliche (piastre di base degli archi in legno lamellare, alla base dei controventi, ecc.).

Le malte strutturali devono essere conformi alla EN 1504. In particolare le malte devono essere di classe strutturale R4 ai sensi della EN 1504-3.

Le malte strutturali devono essere state sottoposte al controllo di qualità ed alla valutazione della conformità ai sensi della EN 1504-8 e dovranno essere

provviste di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalle norme precedentemente citate.

Le malte devono essere poste in opera e lasciate stagionare secondo quanto prescritto nelle schede tecniche delle stesse, salvo diversa indicazione da parte della D.L. che se ne assume la relativa responsabilità.

L'Appaltatore è tenuto ad indicare nel dettaglio nel giornale dei lavori le modalità di miscelazione, posa in opera e stagionatura delle malte strutturali utilizzate.

Prima del getto della malta su superfici di calcestruzzo (sia di strutture esistenti sia di strutture nuove), devono essere stati eliminati da esse (limitatamente alla parte interessata dal getto) le parti di calcestruzzo deteriorato ed in fase di distacco, qualsiasi elemento che possa essere servito per la realizzazione di fori, incassi, etc. (e.g., legno, polistirene, plastica), qualsiasi tipo di finitura (e.g. tinteggiatura, intonaco), polvere, oli, grassi, detriti. Nel caso in cui siano presenti armature esistenti (e.g. precedente intervento 6), esse devono essere spazzolate al fine di pulirle da polvere, lattime di cemento, grassi oli, vernici, intonaco, parti delle barre con ruggine in fase di distacco (deve essere invece lasciato il film di ruggine 'passivante').

Dopo la pulizia delle superfici e subito prima del getto le superfici interessate dal getto devono essere state bagnate a saturazione (eliminando l'acqua in eccesso).

Per tutte le malte strutturali devono essere effettuati i controlli di accettazione previsti per i calcestruzzi nella presente relazione e nel D.M. 14.01.2008.

3 ACCIAIO PER C.A.

3.1 CARATTERISTICHE

Tutte le armature per c.a. dovranno presentare caratteristiche meccaniche e tecnologiche corrispondenti al tipo di acciaio indicato come **B450C** dal vigente D.M. 14.01.2008.

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$ per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$) tipo B450C;
- tralici elettrosaldati ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$) tipo B450C.

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal D.M.14/01/2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Oltre alle proprietà meccaniche previste dal D.M. 14/01/2008 di cui alla tabella 2.1.1

Tab. 2.1.1 – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/01/2008

Proprietà	Valore caratteristico
f_y (N/mm ²)	$\geq 450 \alpha$
f_t (N/mm ²)	$\geq 540 \alpha$
f_t/f_y	$\geq 1,15 \beta$
A_{gt} (%)	$\leq 1,35 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\geq 7,5 \beta$
	$\leq 1,25 \beta$
α valore caratteristico con $p = 0,95$	
β valore caratteristico con $p = 0,90$	

si richiedono le caratteristiche aggiuntive riportate nella seguente Tab. 2.1.2

Tab. 2.1.2 – Proprietà aggiuntive

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione ± 4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega Controllo radiometrico	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 e del D. Lgs. 241/2000
* = in campo elastico	
** = in campo plastico	

3.1.1 Resistenza a fatica in campo elastico

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

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

Il valore della tensione σ_{max} sarà 270 N/mm^2 ($0,6 f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm^2 per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm^2 per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2×10^6 .

3.1.2 Resistenza a carico ciclico in campo plastico

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

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

Prova carico ciclico in relazione al diametro

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	± 4
$16 < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

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

3.1.3 Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14/01/2008.

Diametri nominali e tolleranze

Diametro nominale (mm)	Da 6 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	± 4,5

3.1.4 Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008. L'indice di aderenza I_r deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14/01/2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086/71).

Valori dell'indice I_r in funzione del diametro

Diametro nominale (mm)	I_r
$5 \leq \emptyset \leq 6$	≥ 0.048
$6 < \emptyset \leq 8$	≥ 0.055
$8 < \emptyset \leq 12$	≥ 0.060
$\emptyset > 12$	≥ 0.065

3.1.5 Saldabilità

Tutte le armature dovranno essere del tipo saldabile e, pertanto, corrispondenti alla qualità indicata al punto 11.3.2.7 del D.M. 14.01.2008.

In particolare l'analisi sul prodotto dovrà fornire i seguenti risultati:

- C (carbonio) $\leq 0.24\%$
- C_{eq} (carbonio equivalente) $\leq 0.52\%$

3.2 CONTROLLI SULL'ACCIAIO

I controlli avverranno con le modalità e le frequenze indicate nei punti seguenti.

Si precisa che per tutte le forniture dichiarate non idonee (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

3.2.1 Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008 al § 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.11 e 11.3.2.12 del citato decreto.

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

I centri di trasformazione sono impianti esterni alla fabbrica e al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, barre piegate, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri devono possedere i requisiti ed operare in conformità alle disposizioni dei §§11.3.1.7 e 11.3.2.10.3 del D.M. 14-01-2008.

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

Inoltre dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (che può anche essere inserita nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

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

marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

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

3.2.2 Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 al § 11.3.2.10.4.

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

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

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

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

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

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente D.M. 14.01.2008, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Valori limite per prove acciaio

Caratteristica	Valore Limite	Note
<i>f_y minimo</i>	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
<i>f_y massimo</i>	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
<i>A_{gt} minimo</i>	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1.13 < f _t /f _y < 1.37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

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

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

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

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

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

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del DM 14-01-2008, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.2.10.4 del DM 14-01-2008.

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

3.3 CONDIZIONI DI LAVORAZIONE

3.3.1 Trasporto e stoccaggio

Le armature dovranno essere trasportate, stoccate e movimentate in modo da non provocare alcun danno né alterazione dello stato di consistenza e superficiale.

In particolare dovranno essere protette, fino alla definitiva collocazione in opera in attesa dei getti, dagli agenti atmosferici, da agenti aggressivi, inquinanti e da qualunque forma di imbrattamento e risultare assolutamente pulite allorché montate nei casseri.

3.3.2 Lavorazione

Le armature dovranno essere sagomate e lavorate nel pieno rispetto, prima delle normative e raccomandazioni tecniche vigenti e, poi, delle più dettagliate e specifiche prescrizioni contenute negli elaborati di progetto e nella presente relazione.

Non saranno ammessi:

- danni meccanici di alcun tipo (intagli- scheggiature -bruciature ecc.);
- rotture di saldature in gabbie prefabbricate, reti e tralicci elettrosaldati;
- depositi e corrosioni superficiali che possano alterare le proprietà meccaniche, tecnologiche e di aderenza;
- mancanza di marchi identificatori;
- lavorazioni successive di raddrizzamento su armature già lavorate.

3.3.3 Disposizioni costruttive

Le armature dovranno essere montate nel pieno rispetto delle sagome e posizioni indicate negli esecutivi di progetto e nelle prescrizioni della presente relazione.

In particolare, dovranno essere adottati accorgimenti e dispositivi atti ad assicurare la stabilità delle armature durante le lavorazioni ed i getti, nonché il sicuro rispetto degli spazi per "copriferrì" ed "interferrì", prescritti negli elaborati esecutivi di progetto e nelle relazioni di calcolo e di verifica.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferrì ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere, per i pilastri e le pareti (anche se prefabbricate), in plastica o, preferibilmente, a base di malta cementizia (dello stesso colore di quello previsto per i getti in calcestruzzo), mentre per le strutture degli impalcati (travi, solai, solette, elementi prefabbricati) e delle fondazioni dovranno essere esclusivamente a base di malta cementizia (dello stesso colore

di quello previsto per i getti in calcestruzzo). I distanziatori, inoltre, dovranno essere di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

La forma e le dimensioni dei distanziatori dovranno essere corrispondenti ai vari tipi di casseri ed armature, ed agli spazi di "ricopertura" prescritti. Il tipo di distanziatori dovranno essere sottoposti alla D.L. per la relativa approvazione almeno venti giorni prima della relativa posa in opera.

Nel caso in cui per esigenze di cantiere risulti necessario ripiegare temporaneamente alcune barre (e.g. per realizzare varchi provvisori tra le gabbie di armatura) per poi raddrizzarle, tale operazione, in generale sconsigliata, deve essere espressamente autorizzata dalla D.L. In questi caso è preferibile predisporre su tali barre sistemi di collegamento meccanico quali manicotti filettati.

ANCORANTI CHIMICI

Le barre saranno inserite secondo le seguenti modalità esecutive:

- Indagine pacometrica al fine di salvaguardare l'integrità dell'armatura delle strutture da forare durante la realizzazione dei fori per l'inserimento delle barre.
- Realizzazione dei fori (di diametro e lunghezza secondo quanto previsto negli elaborati progettuali) per l'inserimento delle barre mediante perforazione a rotazione, salvaguardando l'integrità dell'armatura delle strutture da forare.
- Pulizia dei fori con scovolino e soffio di aria compressa. Dovrà accuratamente essere verificata l'assenza di acqua all'interno dei fori.
- Iniezione di resina bicomponente 'Hilti HIT-RE 500-SD' o equivalente.
- Inserimento delle barre nei fori. Le barre dovranno essere assolutamente pulite, prive di grassi, residui di lavorazione e segni di corrosione ed alterazione. Per tutto il tempo di indurimento della resina le barre dovranno essere tenute in posizione con opportuni sistemi ed accorgimenti, in modo che non possano subire alcuno spostamento né azione.

Nel caso in cui l'Appaltatore intenda utilizzare il prodotto commerciale sopra indicato per la resina bicomponente è sufficiente che lo comunichi alla D.L. almeno sette giorni prima della relativa posa in opera. Nel caso in cui l'Appaltatore intenda utilizzare un prodotto commerciale per la resina bicomponente diverso da quello sopra indicato è necessario che fornisca almeno 15 giorni prima della relativa posa in opera la relativa scheda tecnica (comprensiva delle modalità di posa in opera e indurimento) alla D.L. per la relativa approvazione. Nessuna resina potrà essere posta in opera in assenza di comunicazione alla D.L. (per il prodotto commerciale sopra indicato) e di autorizzazione da parte della D.L. (per il prodotto commerciale diverso da quello sopra indicato).

Fa parte integrante della presente relazione la scheda tecnica del prodotto commerciale sopra indicato. Ne consegue che in caso di utilizzo (previa autorizzazione della D.L.) prodotto commerciale diverso da quello sopra indicato esso deve garantire il soddisfacimento di tutti i requisiti prestazionali di cui alla scheda tecnica del prodotto commerciale sopra indicato.

La resina bicomponente deve essere posta in opera e lasciata indurire secondo quanto prescritto nella scheda tecnica della stessa e nelle prescrizioni sopra riportate, salvo diversa indicazione da parte della D.L. che se ne assume la relativa responsabilità.

L'Appaltatore è tenuto ad indicare nel dettaglio nel giornale dei lavori le modalità di posa in opera ed indurimento della resina bicomponente utilizzata.

L'eventuale serraggio o, in ogni caso, la messa in esercizio dell'ancorante dovrà avvenire solo dopo il completo indurimento della resina secondo i tempi indicati nelle schede tecniche del Produttore e, comunque, non prima di 24 ore dalla posa. Le prescrizioni indicate nel presente paragrafo sono vincolanti anche nei casi in cui (compatibilmente con quanto previsto negli elaborati progettuali) l'Appaltatore dovesse utilizzare, previa autorizzazione da parte della D.L., ancoranti chimici in altre situazioni (e.g. fissaggio di elementi prefabbricati).

5 STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

5.1 GENERALITÀ

La qualità e le caratteristiche dei materiali strutturali impiegati per le opere in carpenteria metallica devono essere in tutto corrispondenti a quanto previsto nel D.M. Infrastrutture 14/01/2008 (nel seguito NTC), con particolare riferimento ai contenuti del cap. 11 riguardanti l'acciaio (§ 11.3) e, in particolare l'acciaio per strutture metalliche (§ 11.3.4).

L'Appaltatore, prima della fornitura dei materiali, dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. (che potrà comunque richiederne successivamente la modifica o l'integrazione), un programma completo e dettagliato delle procedure di controllo della qualità (sia dei materiali, che delle tecniche di lavorazione e di montaggio), che dovranno essere attuate – sotto la responsabilità del proprio Tecnico preposto – per garantire che i lavori siano eseguiti, in ogni loro fase, in conformità alle specifiche tecniche di progetto e delle prescrizioni normative, con particolare riguardo per quelle esplicitamente richiamate negli elaborati di progetto.

L'Appaltatore dovrà attenersi alle indicazioni della D.L. circa la scelta degli elementi da sottoporre a controllo e la frequenza dei controlli stessi.

Di ogni prova e verifica dovrà essere prodotta dall'Appaltatore idonea certificazione, nonché puntuali verbalizzazioni formali delle operazioni effettuate, registrando anche tutte le osservazioni e prescrizioni espresse al riguardo dalla D.L.

I certificati di controllo dovranno contenere anche la zona in cui è stato estratto il campione, la spedizione ed il lotto che rappresenta.

Per i materiali da impegnare nella realizzazione di elementi strutturali e componenti di strutture metalliche in acciaio, nonché per le tecnologie di lavorazione degli stessi, vanno osservate le prescrizioni riportate nella normativa richiamata (D.M. 14/01/2008) e quanto in maggior dettaglio qui di seguito indicato, nonché, naturalmente, le prescrizioni e raccomandazioni, della normativa in vigore al momento dell'esecuzione.

L'Appaltatore dovrà produrre, prima della realizzazione degli elementi costruttivi, i disegni dettagliati di officina, da sottoporre all'approvazione della D.L. in tempo utile per la loro verifica puntuale e l'eventuale correzione.

In tali elaborati saranno tenute presenti (oltre alle indicazioni e prescrizioni del progetto esecutivo), le misure prese sul posto, sotto esclusiva responsabilità dell'Appaltatore, anche per il corretto inserimento degli elementi da realizzare nelle opere già eseguite.

Prima del montaggio definitivo dovranno, a discrezione della D.L., essere effettuate opportune prove di preassemblaggio degli elementi, a piè d'opera, per verificarne la corretta esecuzione.

Tutti i sollevamenti e le operazioni di montaggio dovranno essere rispettose delle prescrizioni di progetto, delle normative e delle disposizioni della D.L., al fine di conseguire la perfetta esecuzione delle opere di completamento. Dovranno essere allo scopo adottate tutte le apparecchiature di controllo che saranno ritenute necessarie dalla D.L.

Campioni di materiali o accessori, pre-assemblati e/o assemblati dovranno essere predisposti e approvati dalla D.L. prima della produzione finale; previa, se richiesta dalla D.L., anche verifica sperimentale in un laboratorio prove attrezzato.

Prima dell'inizio della produzione in stabilimento e/o in officina, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. un dettagliato elenco delle tolleranze di produzione e di montaggio degli elementi componenti la struttura, che dovranno essere ridotte in limiti rigorosamente compatibili con la corretta esecuzione delle opere strutturali e delle connesse finiture. In corso d'opera sarà obbligato ad adottare tutti i dispositivi di tracciamento, verifica e controllo, necessari, a discrezione della D.L., a garantire il rispetto delle tolleranze approvate dalla D.L.

Gli elaborati grafici del progetto esecutivo delle strutture in carpenteria metallica redatto da un tecnico incaricato dall'appaltatore devono essere conformi alle norme ISO, EN, UNI più recenti in merito alle modalità di rappresentazione grafica delle strutture metalliche.

5.2 PROFILI IN ACCIAIO LAMINATO

Sono previsti elementi laminati a caldo in profilati unificati, tubi, barre, piatti e lamiere, in acciaio laminato tipo S275 J0, rispondente inoltre alle prescrizioni di cui ai paragrafi 11.3.4.1, 11.3.4.4 e 11.3.4.9 del D.M. 14/01/2008.

Ove presenti le filettature delle barre e dei relativi dadi dovranno essere conformi alla ISO 261 ed alla ISO 262. Tali filettature devono essere estese alla parte della barra indicata sugli elaborati progettuali.

Ai dadi delle barre filettate deve essere applicata una coppia di serraggio minima pari al 63% di quella prevista al cap. 3 per i bulloni. Il serraggio dei dadi delle barre filettate deve essere effettuato lentamente e gradualmente in maniera tale da monitorare la 'risposta' della struttura esistente. Nel caso in cui, durante il serraggio dei dadi delle barre filettate sorgano patologie (e.g. fessure) nella struttura esistente, le operazioni devono essere immediatamente interrotte e deve essere tempestivamente informato il Direttore dei Lavori per gli adempimenti del caso. Tali operazioni non potranno riprendere fino all'avvenuta esplicita autorizzazione da parte del Direttore dei lavori.

I fori per bulloni e/o barre filettate devono avere diametro uguale a quello nominale del bullone/barra filettata maggiorato al massimo di 1 mm, per bulloni/barre filettate sino a 20 mm di diametro nominale, e di 1.5 mm per bulloni/barre filettate di diametro nominale maggiore di 20 mm.

5.3 BULLONERIE

Ove non espressamente indicato negli elaborati in progetto, è prescritto l'impiego di bulloni con viti di classe 8.8 e dadi di classe 8, ai sensi della UNI EN ISO 898-1 e rispondenti alle prescrizioni del par. 11.3.4.6.1 del citato D.M. 14/01/2008.

Le unioni bullonate devono soddisfare i requisiti di cui alla norma UNI EN 15048-1 e recare la relativa marcatura CE con le specificazioni di cui al punto A del par. 11.1 del D.M. 14/01/2008.

I bulloni devono essere di Cat. A ai sensi della UNI EN ISO 4014, i dadi devono essere di Cat. A ai sensi delle UNI EN ISO 4032 e UNI EN ISO 4033, le rondelle devono essere di Cat. A ai sensi delle UNI EN ISO 4032 e UNI EN ISO 7089.

L'esecuzione delle unioni bullonate dovrà avvenire con chiavi dinamometriche tarate in base al diametro del bullone ed alla coppia di serraggio corrispondente. In alternativa potranno essere impiegate chiavi a controllo della rotazione del dado, o chiavi pneumatiche tarate sulla coppia, ovvero, infine, chiavi a mano. In ogni caso, le modalità di accoppiamento dei giunti e le modalità da osservare nel serraggio dei bulloni dovranno rispettare le prescrizioni ed indicazioni di progetto e della Direzione dei Lavori, date caso per caso in ragione del tipo di unione da realizzare. Non sarà ammesso l'impiego di asolature ottenute con metodo termico al fine di ovviare all'inconveniente di fori non combacianti durante il montaggio. Simili inconvenienti dovranno essere tempestivamente segnalati dal Tecnico responsabile dei montaggi per conto dell'Impresa alla Direzione dei Lavori.

Ai bulloni deve essere applicata una coppia di serraggio non inferiore a quella riportata nella seguente tabella.

Diametro nominale del bullone [mm]	Coppia di serraggio [N m]
8	26
10	52
12	90
14	144
16	225

18	309
20	439
22	597
24	759
27	1110
30	1508
36	2635

5.4

SALDATURE

E' prescritto l'impiego di saldature (ai sensi del par. 4.2.8.2 del D.M. 14/01/2008) a cordoni d'angolo o a piena penetrazione, da eseguirsi, con procedimento e personale qualificato, impiegando elettrodi basici aventi caratteristiche equivalenti o migliori di quelle corrispondenti al tipo E52 ed alla classe 4B ai sensi della UNI 5132:1974 (omologati, inoltre, ai sensi della UNI 2560), ovvero con altro idoneo procedimento. Le caratteristiche dei materiali di apporto delle saldature (i.e. tensione di snervamento, tensione di rottura, allungamento a rottura, resilienza) devono, in ogni caso, essere equivalenti o migliori delle corrispondenti caratteristiche delle parti collegate.

Le saldature devono essere conformi a quanto previsto ai paragrafi 11.3.4.5 del D.M. 14/01/2008 e, per le parti non in contrasto, alle norme EN ISO 17659, EN ISO 13918.

Devono essere osservate per la esecuzione delle saldature tutte le prescrizioni di cui alle citate norme ed alle norme in esse richiamate, prevedendo comunque la possibilità che la D.L. richieda - per le parti strutturali di maggiore importanza - prove preliminari dei procedimenti di saldature e prove di verifica sperimentale della loro corretta esecuzione.

Le saldature dovranno essere eseguite da personale qualificato e sufficientemente addestrato e secondo i procedimenti più idonei alla formazione delle giunzioni previste.

In particolare, occorre che il personale impiegato per le saldature sia qualificato ai sensi del par. 11.3.4.5 del D.M. 14/01/2008.

Salvo diversa indicazione della D.L. (e per collegamenti di importanza accessoria) e se non è esplicitamente indicato sugli elaborati progettuali, non è ammessa l'esecuzione di saldature in opera.

Le saldature finite dovranno presentare sezione costante e continua, essere completamente ripulite da tracce e residui di eventuali scorie, essere esenti da difetti visibili ad occhio nudo o con mezzi di controllo speditivo (tipo liquidi

penetranti), quali fessurazioni, cricche, soffiature, eccessi di fusione del materiale base, ecc.

Per saldature da eseguirsi in più passate, con elettrodi rivestiti, si dovrà aver cura di asportare completamente la scoria residua, tra una passata e la successiva, per mezzo di picchettatura o spazzolatura meccanica.

Le saldature dovranno soddisfare i requisiti di idoneità ed accettazione prescritti dalle norme e raccomandazioni tecniche vigenti più aggiornate in materia. Queste assumono pertanto esplicitamente valore cogente ai fini della regolare esecuzione delle opere di cui al presente documento, anche quando si tratti di istruzioni o raccomandazioni. La Direzione Lavori stabilirà le modalità dei controlli non distruttivi sulle saldature (da eseguirsi con i metodi dei liquidi penetranti, ultrasonoro, correnti indotte, magnetico, radiografico), da effettuarsi sia su manufatti destinati al cantiere, che su campioni appositamente predisposti.

Per le modalità di classificazione e qualificazione dei saldatori - dei quali l'Appaltatore è tenuto a fornire alla D.L. adeguata documentazione che ne attesti il tipo e la classe di qualifica - si dovrà fare riferimento alla relativa normativa richiamata nel D.M. 14/01/2008, riguardante le tipologie e modalità di saldatura specifiche per lavorazioni da effettuare in officina.

Per il taglio e la predisposizione dei lembi, in preparazione delle saldature, andranno rigorosamente osservate le prescrizioni di cui alla UNI EN ISO 9692.

Il controllo dei lembi predisposti andrà effettuato, a cura e onere dell'Appaltatore, con metodi e procedure da concordare con la D.L. (controllo visivo, dimensionale, magnetoscopico, con liquidi penetranti), effettuando ogni eventuale necessaria rettifica delle lavorazioni suggerita dalle verifiche.

I procedimenti e le modalità di saldatura, anche con riferimento all'ambiente operativo, saranno conformi alle prescrizioni vigenti e alle disposizioni della D.L.. Andranno anche individuate e precisate, prima della esecuzione delle opere, rigorose tolleranze di lavorazione.

Dovranno essere rispettate rigorosamente le prescrizioni di normativa e le indicazioni della Ditta fornitrice per la conservazione e l'impiego del materiale di apporto delle saldature.

Per i giunti ritenuti più critici dalla D.L., saranno effettuati, a cura e onere dell'Appaltatore, controlli sia volti ad individuare difetti superficiali (liquidi penetranti, particelle magnetiche), sia volti ad individuare difetti nello spessore del giunto (radiografie, ultrasuoni). Le riparazioni degli eventuali difetti saranno effettuate come sarà di volta in volta prescritto dalla D.L..

5.7 ANCORANTI CHIMICI

Le barre saranno inserite secondo le seguenti modalità esecutive:

- Indagine pacometrica al fine di salvaguardare l'integrità dell'armatura delle strutture da forare durante la realizzazione dei fori per l'inserimento delle barre.
- Realizzazione dei fori (di diametro e lunghezza secondo quanto previsto negli elaborati progettuali) per l'inserimento delle barre mediante perforazione e rotazione, salvaguardando l'integrità dell'armatura delle strutture da forare.
- Pulizia dei fori con scovolino e soffio di aria compressa. Dovrà accuratamente essere verificata l'assenza di acqua all'interno dei fori.
- Iniezione di resina bicomponente 'Hilti HIT-RE 500-SD' o equivalente.
- Inserimento delle barre nei fori. Le barre dovranno essere assolutamente pulite, prive di grassi, residui di lavorazione e segni di corrosione ed alterazione. Per tutto il tempo di indurimento della resina le barre dovranno essere tenute in posizione con opportuni sistemi ed accorgimenti, in modo che non possano subire alcuno spostamento né azione.

Nel caso in cui l'Appaltatore intenda utilizzare il prodotto commerciale sopra indicato per la resina bicomponente è sufficiente che lo comunichi alla D.L. almeno sette giorni prima della relativa posa in opera. Nel caso in cui l'Appaltatore intenda utilizzare un prodotto commerciale per la resina bicomponente diverso da quello sopra indicato è necessario che fornisca almeno 15 giorni prima della relativa posa in opera la relativa scheda tecnica (comprensiva delle modalità di posa in opera e indurimento) alla D.L. per la relativa approvazione. Nessuna resina potrà essere posta in opera in assenza di comunicazione alla D.L. (per il prodotto commerciale sopra indicato) e di autorizzazione da parte della D.L. (per il prodotto commerciale diverso da quello sopra indicato).

Fa parte integrante della presente relazione la scheda tecnica del prodotto commerciale sopra indicato. Ne consegue che in caso di utilizzo (previa autorizzazione della D.L.) prodotto commerciale diverso da quello sopra indicato esso deve garantire il soddisfacimento di tutti i requisiti prestazionali di cui alla scheda tecnica del prodotto commerciale sopra indicato.

La resina bicomponente deve essere posta in opera e lasciata indurire secondo quanto prescritto nella scheda tecnica della stessa e nelle prescrizioni sopra riportate, salvo diversa indicazione da parte della D.L. che se ne assume la relativa responsabilità.

L'eventuale serraggio o, in ogni caso, la messa in esercizio dell'ancorante dovrà avvenire solo dopo il completo indurimento della resina secondo i tempi indicati nelle schede tecniche del Produttore e, comunque, non prima di 24 ore dalla posa.

L'Appaltatore è tenuto ad indicare nel dettaglio nel giornale dei lavori le modalità di posa in opera ed indurimento della resina bicomponente utilizzata.

Le prescrizioni indicate nel presente paragrafo sono vincolanti anche nei casi in cui (compatibilmente con quanto previsto negli elaborati progettuali) l'Appaltatore dovesse utilizzare, previa autorizzazione da parte della D.L. ancoranti chimici in altre situazioni (e.g. fissaggio di elementi prefabbricati).

5.8 TASSELLI MECCANICI

I tasselli meccanici saranno di classe 8.8 ai sensi del D.M. 14.01.2008.

I tasselli meccanici devono essere posti in opera secondo quanto prescritto nelle schede tecniche degli stessi, salvo diversa indicazione da parte della D.L. che se ne assume la relativa responsabilità.

Dalle superfici di calcestruzzo (sia di strutture esistenti sia di strutture nuove) su cui poggiare gli elementi fissato con i tasselli meccanici, devono essere stati eliminati preliminarmente (limitatamente alla parte a contatto con il nuovo elemento da fissare) le parti di calcestruzzo deteriorato ed in fase di distacco, qualsiasi elemento che possa essere servito per la realizzazione di fori, incassi, etc. (e.g., legno, polistirene, plastica), qualsiasi tipo di finitura (e.g. tinteggiatura, intonaco), polvere, oli, grassi, detriti.

I tasselli meccanici, inoltre, saranno inserite secondo le seguenti modalità esecutive:

- Indagine pacometrica al fine di salvaguardare l'integrità dell'armatura delle strutture da forare durante la realizzazione dei fori per l'inserimento delle barre.
- Realizzazione dei fori (di diametro e lunghezza secondo quanto previsto nelle schede tecniche dei tasselli meccanici) per l'inserimento dei tasselli barre mediante perforazione e rotazione, salvaguardando l'integrità dell'armatura delle strutture da forare.
- Pulizia dei fori con scovolino e soffio di aria compressa. Dovrà accuratamente essere verificata l'assenza di acqua all'interno dei fori.
- Inserimento dei tasselli meccanici nei fori ed applicazione della coppia di serraggio con gradualità secondo quanto previsto nelle schede tecniche dei tasselli stessi.

Le coppie di serraggio da applicare sono le seguenti:

- tasselli meccanici M8 'Hilti HSL-3 M8/40': 25 Nm;
- tasselli meccanici M10 'Hilti HSL-3 M10/40': 50 Nm.

Le prescrizioni indicate nel presente paragrafo sono vincolanti anche nei casi in cui (compatibilmente con quanto previsto negli elaborati progettuali) l'Appaltatore dovesse utilizzare, previa autorizzazione da parte della D.L. tasselli meccanici in altre situazioni (e.g. fissaggio di elementi prefabbricati).

5.9 ZINCATURA

Tutti gli elementi strutturali finiti in carpenteria metallica (compresi anche quelli annegati nei getti di calcestruzzo) saranno protetti con trattamento di zincatura a caldo, previo idoneo ciclo di decapaggio e flussaggio.

Tutti gli interventi di protezione dovranno essere conformi per materiali e procedimenti alle norme vigenti e, in particolare al par. 4.2.9.6 del D.M. 14/01/2008.

Il rivestimento di zincatura per immersione a caldo dovrà essere conforme alla UNI EN ISO 1461.

Il rivestimento di zincatura delle lamiere dovrà essere conforme alla UNI EN 10326.

La bullonatura (compresi i tasselli meccanici) dovrà essere zincata a caldo o, in alternativa, con processo elettrolitico.

Lo strato di zinco deve presentarsi uniforme e deve essere esente da incrinature, scaglie, scorie ed altri analoghi difetti. Esso deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base.

Dopo la zincatura, i dadi devono potersi agevolmente avvitare ai rispettivi bulloni e rosette elastiche; gli spinotti, i collettori filettati ed i bulloni non devono aver subito deformazioni od alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche. I pezzi non dovranno subire trattamento termico se non specificatamente previsto negli esecutivi di progetto ed autorizzato dalla D.L.

Onde evitare la volatilizzazione dello zinco sugli organi filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni con utensile, rullatura, asportazione di materiale, taglio o comunque altre operazioni di finitura a mezzo utensile, ad eccezione della filettatura dei dadi.

Le zone danneggiate durante la movimentazione e il montaggio saranno ripristinate, previa sabbiatura od, almeno e con il consenso della D.L., accurata spazzolatura meccanica, con ritocchi di zincante organico a base di resine epossidiche. Qualora i danni locali fossero, a giudizio della D.L., estesi e/o rilevanti, si dovrà ripetere il trattamento di protezione per l'intero componente.

Su richiesta della D.L. alcuni elementi metallici potranno essere verniciati con ciclo epossidico.

5.10 PROTEZIONE AL FUOCO

Per tutti gli elementi strutturali finiti in carpenteria metallica (esclusi quelli annegati nei getti di calcestruzzo) è prevista l'applicazione di un ciclo di protezione al fuoco costituito da un rivestimento continuo con pittura intumescente a base di resine sintetiche di colore bianco.

Il ciclo protettivo dovrà garantire, per ciascun elemento strutturale in acciaio previsto in progetto (tirante di controvento, piastra di base, attacco tra elementi in

legno lamellare, ecc.) la resistenza al fuoco di 60 minuti (R60) ai sensi delle vigenti norme.

A tal fine, prima dell'applicazione, dovranno essere forniti al D.L. le necessarie certificazioni e i rapporti di prove che dimostrino il raggiungimento della resistenza al fuoco richiesta, tenuto conto della geometria dell'elemento costruttivo, della possibile esposizione al fuoco e dello spessore di materiale protettivo da applicare.

Prima dell'applicazione della pittura intumescente, dovranno essere eseguiti i trattamenti di preparazione del supporto, secondo le prescrizioni del Produttore del materiale. In particolare, il supporto dovrà essere accuratamente pulito e completamente esente da tracce di unto, grasso e simili. Quindi si procederà alla applicazione del primer epossidico o washprimer necessario quale strato di base in presenza di strutture zincate a caldo. Il tipo di primer, lo spessore del film secco e le modalità di applicazione dovranno essere conformi alle prescrizioni del Produttore, secondo le schede tecniche ufficiali del prodotto prescelto, da fornire al D.L. prima dell'applicazione.

L'applicazione della pittura intumescente sarà eseguita in più mani successive, in ragione dello spessore del film secco da ottenere per il raggiungimento della resistenza al fuoco richiesta, rispettando, in particolare, i tempi di essiccazione per l'applicazione degli strati successivi. L'applicazione dovrà seguire le prescrizioni del Produttore, al fine di poter certificare la resistenza al fuoco richiesta.

La documentazione tecnica da fornire alla D.L. dovrà contenere le informazioni relative alla durata certificata del trattamento e alle modalità di manutenzione e ripristino del trattamento, al fine di garantire l'affidabilità del trattamento per un periodo paragonabile con la vita utile della struttura.

6 SOLAI A STRUTTURA MISTA IN C.A. E LATERIZI

6.1 GENERALITÀ

Per i solai è stata adottata, prevalentemente, la tipologia a struttura mista latero-cementizia, a nervature parallele in c.a. semiprefabbricate a traliccio o completamente in opera; la prefabbricazione è limitata al solo fondello inferiore di alcuni campi di solaio per cui il solaio viene completato da un successivo getto di completamento in opera.

I travetti prefabbricati sono dotati di traliccio elettrosaldati di armatura "Pittini TOP HD" o equivalente di altezza pari a 16.5 cm, con staffe ϕ 5, filo superiore di diametro non inferiore al ϕ 7 e 2 fili inferiori ognuno dei quali di diametro non inferiore al ϕ 5.

Nei travetti prefabbricati, saranno incorporate le armature longitudinali principali inferiori del solaio.

Tutta l'armatura, indicata negli elaborati di progetto e non inserita o solidarizzata ai travetti prefabbricati sarà integrata e montata in opera, prima dei getti di completamento necessari alla formazione dei travetti e della soletta superiore.

Le zone comprese fra i travetti saranno dotate di blocchi di laterizio (i.e. 'pignatte') adeguati alle caratteristiche ed alle prestazioni richieste per l'opera. Tali blocchi hanno larghezza (al netto delle alette di appoggio ai travetti) pari a 38cm e altezza pari a 20 cm. In alcuni casi la larghezza dei blocchi può essere inferiore 38 cm (si vedano gli elaborati di progetto); in tali casi tale larghezza sarà ottenuta tramite parziale demolizione in opera dei blocchi standard aventi larghezza pari a 38 cm.

6.2 NORMATIVA E PRESCRIZIONI

Oltre a quanto puntualmente espresso nella presenti prescrizioni, i solai dovranno rispondere anche a quelle relative ai calcestruzzi ed alle armature, nonché al D.M. 14.01.2008 ed alla legislazione vigente.

Inoltre dovranno essere rispettate anche tutte le prescrizioni indicate negli elaborati di progetto.

I travetti semi-prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di

un adeguato livello di affidabilità nella produzione del calcestruzzo, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Detto sistema di controllo deve comprendere anche la produzione del calcestruzzo secondo quanto prescritto al § 11.2 del D.M. 14.01.2008.

Il processo di produzione dei travetti semi-prefabbricati deve essere caratterizzato almeno da:

- a) impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- b) dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di idonei strumenti soggetti a taratura secondo le normative applicabili;
- c) organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- d) organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- e) rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal D.M. 14.01.2008 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee od internazionali applicabili.

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità a quanto riportato nel D.M. 14.01.2008.

6.3 MATERIALI COSTITUTIVI DEI SOLAI A STRUTTURA MISTA C.A. E LATERIZI

6.3.1 Conglomerato cementizio

A) Di costituzione dei travetti prefabbricati

- Classe di resistenza a compressione minima: C32/40
- Classi di esposizione: XC4 (UNI EN 206-1:2006)
- Max rapporto a/c: 0.50 (UNI 11104:2004)
- Tipo e classe di cemento: CEM IV/A 42.5R (UNI-EN 197:2006)

- Dimensione max aggregati: 15 mm
- Classe di consistenza: S4 (UNI EN 206-1:2006)
- Aria intrappolata: max 2,5%
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

Il produttore dei travetti potrà prevedere una classe di consistenza inferiore a quella qui prevista a condizione che essa venga autorizzata dalla D.L..

Per la miscela del getto di completamento dei solai latero-cementizi si veda il par. 1.7 della presente relazione.

6.3.2 Acciaio per armatura

Le armature dovranno corrispondere a tutte le caratteristiche e prescrizioni riportate nella specifica relativa all' "acciaio per c.a." (cap. 2 della presente relazione).

Si richiamano, comunque, le caratteristiche principali:

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$ per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$) tipo B450C.

Per quanto concerne i tralicci di acciaio elettrosaldati, si fa espresso riferimento al punto 11.2.3.5 del D.M. 14.01.2008.

Le armature dovranno essere montate nel pieno rispetto delle sagome e posizioni indicate negli esecutivi di progetto e nelle prescrizioni della presente relazione.

In particolare, dovranno essere adottati accorgimenti e dispositivi atti ad assicurare la stabilità delle armature durante le lavorazioni ed i getti ed il sicuro rispetto degli spazi prescritti per "copriferrì" ed "interferrì"; tali spazi dovranno essere rispettati anche da eventuali barre ed elementi metallici adottati per esigenze di montaggio ed irrigidimento delle gabbie (anche su tali elementi metallici dovranno essere garantiti gli stessi "copriferrì" previsti per l'armatura di progetto).

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferrì ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o, preferibilmente, a base di malta cementizia (dello stesso colore di quello previsto per i getti in

calcestruzzo) di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

La forma e le dimensioni dei distanziatori dovranno essere corrispondenti ai vari tipi di casseri ed armature, ed agli spazi di "ricopertura" prescritti. Il tipo di distanziatori dovranno essere approvati dalla D.L. prima della relativa posa in opera.

6.4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DEL SOLAIO

- Spessore complessivo del solaio: 26 cm
- Larghezza dei travetti (prefabbricati o in opera): 14 cm
- Spessore del fondello dei travetti prefabbricati: 4.0 cm
- Larghezza dei blocchi in laterizio: 38 cm (salvo diversa indicazione)
- Altezza dei blocchi in laterizio: 20 cm
- Spessore soletta superiore: 6.0 cm
- Tralicci elettrosaldati:
 - altezza traliccio pari a 16.5 cm con staffe di diametro non inferiore al ϕ 5, filo superiore di diametro non inferiore al ϕ 7 e 2 fili inferiori ognuno dei quali di diametro non inferiore al ϕ 5.

Tutti i tralicci elettrosaldati (salvo indicazione contraria sugli elaborati di progetto) devono essere realizzati in un sol pezzo (ovvero senza giunzioni, tagli, ecc.) per tutta la lunghezza dei travetti prefabbricati. Le saldature dei tralicci che dovessero presentare difetti dovranno essere riparate e/o sostituite secondo quanto prescritto di volta in volta dalla D.L.. Qualora i difetti, a giudizio insindacabile della D.L., dovessero risultare tanto rilevanti da non poter essere riparati senza compromettere l'integrità del traliccio, la D.L. potrà prescrivere la sostituzione della intera lastra contenente il traliccio difettoso.

6.4.1 Tolleranze

a) tolleranze sulle dimensioni nominali di produzione:

- lunghezza: ± 5 mm
- larghezza ± 2 mm
- spessore ± 2 mm
- squadratura (diagonale) $+2.0$ cm/ -1.0 cm
- scabrosità (profondità di incisione): -2.0 mm/ $+0.0$ mm

b) tolleranze sulla linearità e planarità:

- linearità dei bordi diritti: ± 5 mm (misurata rispetto alla retta congiungente le due estremità)
- planarità dell'intradosso:
 - 1.0 mm di freccia sottesa ad una squadra di 20 cm di lunghezza
 - 2.0 mm di freccia sottesa ad una squadra di 100 cm di lunghezza

6.5 FINITURA SUPERFICI DI INTRADOSSO

Dovranno essere adottate tutte le tecniche e le cure necessarie ad assicurare un elevato grado di finitura, in opera, delle superfici all'intradosso.

6.5.1 Fessure

Le fessure potranno essere misurate, per il controllo di accettazione dei manufatti, nella fase di stoccaggio a piè d'opera e, successivamente, in opera dopo il disarmo. Per la rilevazione sarà adoperato uno spessimetro a foglie metalliche.

- fessure ammissibili = quelle nelle quali non entra lo spessimetro di 0.15 mm (la fessura di spessore 0.10 mm è quindi generalmente ammissibile e non è significativa la sua estensione).
- fessure inammissibili = quelle in cui entra lo spessimetro di 0.50 mm.

Il quadro fessurativo globale sarà limitato a valori non maggiori dell'ordine di un metro lineare di fessura di ampiezza superiore a 0.2 mm per ogni metro quadro di superficie.

Per fessure comprese tra 0.2 e 0,5 mm la D.L. potrà rifiutare il componente se la rilevazione è fatta nello stoccaggio, oppure ordinare un intervento di risanamento e rasatura esteso all'intera lastra, se in opera.

6.5.2 Macchie

Non saranno ammesse macchie in generale ed, in particolare, di olio, di ruggine, di tannino. Le macchie provocate dalla ricristallazione di sali solubili dovranno essere eliminate con adeguati trattamenti.

Allo scopo si raccomanda l'uso, sulle piste di prefabbricazione, di disarmanti sintetici che non rilascino depositi oleosi o residui che, oltre ad alterare l'aspetto della superficie di intradosso delle lastre, possano ostacolare l'aderenza di eventuali successivi trattamenti di finitura.

Nel caso di macchie rilevate sulle lastre in opera e non accettabili né eliminabili, la D.L. potrà ordinare interventi di risanamento e rasatura estesi all'intera lastra.

6.6 STOCCAGGIO, MOVIMENTAZIONE E PUNTELLAMENTO

Le procedure e modalità di stoccaggio, movimentazione e puntellamento dei travetti dovranno essere chiaramente espresse nella documentazione di accompagnamento dei manufatti e nelle istruzioni di montaggio a cui ci si dovrà scrupolosamente attenere, salvo diverse disposizioni della D.L.. E' onere dell'Impresa la verifica delle lastre in tutte le fasi transitorie (movimentazione, getto, ecc.) tenendo conto del livello di maturazione del calcestruzzo dei travetti stessi, della effettiva geometria dei travetti, dei tralicci (considerando il loro effettivo taglio), dell'armatura presente nei travetti, dei sistemi di puntellamento, ecc..

6.7 DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto riportato nel presente paragrafo.

Oltre a quanto previsto nei paragrafi precedenti ogni fornitura in cantiere dei travetti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del DPR n. 380/2001, da consegnare al Direttore dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione:

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- a) i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- b) le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- c) elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti; tali elaborati dovranno essere consegnati dal Direttore dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- d) documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del DPR n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei Lavori di cui all'art.65 del DPR n. 380/2001.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al Direttore dei Lavori, e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

e) destinazione del prodotto;

f) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

h) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;

i) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Tutta la documentazione fornita dal fornitore dei travetti prefabbricati deve essere conforme a quanto previsto negli elaborati progettuali.

7 CASSEFORME

7.1 GENERALITÀ

Con riferimento alle casseforme l'Impresa comunicherà preventivamente (almeno trenta giorni prime del relativo utilizzo) alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisoriale e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

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

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

7.2 CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORME

Possono essere utilizzati materiali metallici quali acciaio e leghe di alluminio, legno e compositi a base di legno, cartone pressato ad incollaggio elicoidale.

In ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Particolare attenzione andrà posta nel completo fissaggio delle casseforme al suolo e tra loro e alla loro perfetta sigillatura, onde evitare fenomeni di sollevamento o galleggiamento delle stesse.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866.

Le casseforme dovranno essere a tenuta sufficientemente stagna affinché il costipamento del calcestruzzo, in esse contenuto, non provochi la perdita di quantità consistenti di materiali (acqua, boiaccia, ecc.).

Le casseforme dovranno essere rigide, opportunamente rinforzate e non presentare deformazione alcuna sotto l'azione del carico di calcestruzzo fresco in esse contenuto e sotto l'azione delle operazioni di vibratura e battitura del conglomerato.

I casseri vibranti, per le parti prefabbricate ed i calcestruzzi architettonici, dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta qualità delle superfici e degli spigoli.

Potranno essere provvisti di impianto di invecchiamento artificiale, omologato dagli enti competenti.

Nel caso di casseforme con grande sviluppo in altezza, si dovrà provvedere all'apertura di finestre nel cassero per consentire le eventuali pulizie, controllare l'evolversi del getto e procedere alla vibratura ed al corretto costipamento degli strati inferiori.

Per elementi portanti orizzontali di luce superiore a 5 metri, i casseri dovranno essere predisposti con una monta dell'ordine di 1/1000 della luce, salvo non diversamente disposto negli elaborati e specifiche di progetto.

La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc.

I casseri in legno non potranno essere reimpiegati più di tre volte; negli altri casi potranno essere consentiti reimpieghi più numerosi purché il risultato del getto non presenti evidenti difetti estetici e di forma.

Salvo non diversamente disposto dagli esecutivi di progetto, tutti gli spigoli vivi dovranno essere evitati prevedendo smussi 15 mm x 15 mm.

Tutti i tiranti di collegamento dei casseri che dovessero attraversare i getti, dovranno essere contenuti in guaine in resina o PVC per consentire lo sfilaggio dopo il disarmo; i fori dovranno essere tutti tappati o sigillati (completamente o parzialmente secondo le indicazioni della D.L. sentito eventualmente il parere del progettista delle strutture). Il sistema di tirantatura dei casseri è sottoposto ad approvazione della D.L.. In tutti i pilastri non possono essere utilizzati tiranti passanti (a tal fine si definiscono pilastri gli elementi verticali il cui rapporto tra il lato maggiore ed il lato minore del rettangolo circoscritto alla sezione orizzontale è inferiore o tutt'al più uguale a 4.0). In tutte le travi non possono essere utilizzati tiranti passanti con la sola eccezione delle travi 30x230 della vasca lungo gli allineamenti Y1 e Y10 per le quali è consentito l'utilizzo di tiranti passanti. In tutti gli elementi prefabbricati non possono essere utilizzati tiranti passanti.

Tutte le superfici "bagnate" delle casseforme dovranno essere trattate con distaccanti a base di olii di sintesi non emulsionabili, in grado di assicurare un agevole disarmo dei getti, sia normale che differito, ed una finitura accurata dei manufatti.

L'applicazione dovrà essere effettuata, al fine di assicurare uno strato sottile ed omogeneo, a spruzzo mediante sistemi automatici ad ugelli atomizzatori. I prodotti disarmanti devono essere applicati in strati omogenei continui; su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Il disarmante del tipo idoneo alla natura dei casseri non dovrà provocare formazione di macchie ed aloni sui manufatti, né lasciare depositi di alcun genere che possano interagire negativamente con le successive finiture e lavorazioni e dovrà essere conforme a UNI 8866.

I disarmanti dovranno risultare non infiammabili, non dovranno contenere benzene, toluene o xilene (legge 5/3/1963 n. 245) ed essere esenti da ammine aromatiche (circolari n. 46/1979 e n. 61/1981).

Le caratteristiche chimiche, fisiche e tossicologiche del disarmante dovranno essere tali da risultare non soggetto ad etichettature (legge 29/5/1974 n. 256, D.M. 21/5/1981 e circolare n. 7/1977).

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

7.4 PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE E CAVITÀ

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

7.5 DISARMO (RIMOZIONE DEI CASSERI E DEI PUNTELLI)

Il disarmo verrà effettuato per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche sui vari elementi strutturali.

Esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore ritenuto necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive: ogni decisione in proposito è lasciata al giudizio insindacabile del Direttore dei Lavori, sentito eventualmente il parere del Progettista delle Strutture.

In assenza di specifici accertamenti sulla resistenza raggiunta dal conglomerato, ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, si dovranno osservare i seguenti tempi minimi di disarmo: (salvo diverse prescrizioni riportate sugli elaborati e specifiche di progetto):

Per sponde laterali di casseri di fondazioni, travi, pilastri e pareti (parti di casseri che non sopportano carichi)	1 g
Per puntelli, armature e casseri di travi, solette, piastre	21 gg
Per strutture a sbalzo	28 gg

I tempi di disarmo indicati nel presente paragrafo decorrono dal completamento dell'elemento strutturale (per cui per elementi realizzati in più fasi di getto tali tempi decorrono dal completamento dell'ultima fase di getto).

Ove, l'Impresa manifesti la necessità di ridurre i citati tempi di disarmo, il D.L. potrà autorizzare la riduzione degli stessi accertando che all'atto del disarmo, in relazione ai carichi gravanti sulle strutture, gli stati di sollecitazione non siano tali da ridurre i requisiti prestazionali richiesti per l'opera in oggetto. A tal fine l'Impresa deve attivarsi a sua cura e spese per effettuare prove in corso d'opera e/o modifiche dei mix del calcestruzzo al fine di verificare la possibilità di disarmo anticipato. In ogni caso, mai i tempi di disarmo potranno essere inferiori a quelli indicati nella tabella qui sotto riportata:

Per sponde laterali di casseri di fondazioni, travi, pilastri e pareti (parti di casseri che non sopportano carichi)	1 g
Per puntelli, armature e casseri di travi, solette, piastre	14 gg
Per strutture a sbalzo	21 gg

I nuovi elementi prefabbricati di copertura della vasca (tegoli e lastrine) non potranno essere posti in opera prima di 28 giorni dal completamento dei getti di tutte le nuove travi 60x60 (lungo l'all. X3), 20x140 (lungo l'all. X2), 30x230 (lungo gli allineamenti Y1 e Y10).

Nel "programma dei getti" dovranno essere puntualmente indicati i sistemi di puntellamento nonché fasi, tempi e modalità dei disarmi; ad integrazione o sostituzione dei tipi di rinforzi supplementari previsti, potranno essere proposti sistemi alternativi quali, ad esempio, puntelli provvisori in c.a. Tale programma dovrà essere sottoposto alla preventiva approvazione della D.L., che ne verificherà la

compatibilità con le caratteristiche di resistenza, durabilità e funzionalità delle strutture.

Il progetto dei sistemi di banchinaggio deve tener conto anche delle azioni trasmesse dagli elementi prefabbricati autoportanti alle strutture da realizzarsi in opera.

In relazione alle modalità di esecuzione dei getti, alle modalità di maturazione del calcestruzzo in situ, la D.L. potrà prescrivere tempi di disarmo maggiori di quelli indicati nel presente paragrafo.

Per quanto non direttamente in contrasto con le precedenti specifiche, si fa riferimento a quanto disposto nel D.M. 14.01.2008.

Eventuali irregolarità o sbavature rinvenute al momento del disarmo, qualora ritenute tollerabili dalla Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo. Resta inteso che gli oneri derivanti dalle suddette operazioni ricadranno totalmente a carico dell'Impresa.

8 ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO LAMELLARE

8.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rimanda al precedente capitolo 1.

8.2. GENERALITÀ

Le strutture portanti devono essere realizzate nel rispetto di quanto contenuto nel CSA, sia con riguardo alle prescrizioni, standards, criteri, dettagli costruttivi, sia con riguardo agli obiettivi, che si identificano nelle prestazioni qui indicate.

Il CSA contiene anche indicazioni relative ai criteri di progetto e di calcolo adottati. Tali criteri assumono valenza di “prescrizioni”, - anche se non imposti dalle norme vigenti in Italia - e devono pertanto essere rispettati per la preparazione degli elaborati di cantiere, a cura dell'Appaltatore.

In mancanza di specifiche prescrizioni sugli elaborati esecutivi varranno quelle indicate nel CSA anche se ivi illustrati su elementi strutturali particolari.

In presenza di specifiche e più restrittive prescrizioni sugli elaborati esecutivi, varranno invece queste ultime, che hanno dunque prevalenza gerarchica rispetto ad eventuali indicazioni contraddittorie del CSA.

8.3 GARANZIE DI QUALITÀ E CONTROLLI

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L., prima della fornitura dei materiali, un programma completo e dettagliato delle procedure di controllo della qualità (sia dei materiali che delle tecniche di lavorazione e montaggio), che dovranno essere attuate - sotto la responsabilità del proprio Tecnico preposto - per garantire che i lavori siano eseguiti in ogni loro fase in conformità alle specifiche tecniche di progetto e delle prescrizioni delle normative, con particolare riguardo a quelle richiamate nel precedente punto 8.1.

L'Appaltatore dovrà attenersi alle indicazioni della D.L. circa la scelta degli elementi da sottoporre a controllo e la frequenza dei controlli stessi.

Di ogni prova e verifica dovrà essere prodotta dall'Appaltatore idonea certificazione, nonché puntuali verbalizzazioni formali delle operazioni effettuate, registrando anche tutte le osservazioni e prescrizioni espresse al riguardo della D.L.

Tutti i materiali saranno prodotti e controllati secondo i criteri delle norme vigenti, anche se non espressamente richiamate, e secondo i più qualificati standards europei.

Tutti gli elementi in legno lamellare spediti in cantiere dovranno essere marcati in modo chiaro, leggibile e duraturo, indicando la classe di qualità, la data di produzione ed il contrassegno di produzione. In tal modo sarà possibile verificare l'esatta natura del materiale e la conformità alle specifiche di progetto ed alle normative.

Prima dell'inizio della produzione in stabilimento e/o in officina, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. un dettagliato elenco delle tolleranze di produzione e di montaggio degli elementi componenti la struttura, che dovranno essere ridotte in limiti rigorosamente compatibili con la corretta esecuzione delle opere strutturali e delle connesse finiture. In corso d'opera sarà obbligato ad adottare tutti i dispositivi di tracciamento, verifica e controllo, necessari, a discrezione della D.L., a garantire il rispetto delle tolleranze approvate dalla D.L.

8.4. SPECIFICHE TECNICHE

8.4.1. Elementi in acciaio.

Per la realizzazione di tutti gli elementi in carpenteria metallica delle travi in L.L. è prescritto l'impiego di acciaio S275 J0.

Vanno rispettate al riguardo tutte indistintamente le indicazioni e prescrizioni riportate nel precedente Cap. 3.

I chiodi, ove previsti, saranno del tipo ad aderenza migliorata in acciaio zincato tipo CHN 4.0/CHN 6.0.

8.4.2. Elementi in legno lamellare.

Per il materiale da impiegare nella realizzazione delle parti in legno lamellare degli archi di copertura e degli elementi di collegamento degli stessi, nonché per le tecnologie di lavorazione e assemblaggio vanno osservate le prescrizioni riportate nella normativa richiamata e quanto in maggior dettaglio qui di seguito indicato.

Le travi saranno costituite da elementi in legno lamellare incollato, prefabbricati in stabilimento e da assemblare in opera.

Il Produttore dovrà essere in possesso dei requisiti di produzione e qualificazione indicati al par. 11.7.4.1 del D.M. 14/01/2008 (NTC).

La classe di resistenza richiesta è la GL28h per gli archi principali e le travi di sezione 44x20. Per le altre strutture secondarie è invece richiesta la classe GL24h.

8.4.3. Adesivi

Gli adesivi devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita utile prevista per la struttura.

8.4.4. Trattamenti protettivi e antincendio

Le travi finite verranno protette con idonee vernici impregnanti, contro insetti, funghi e muffe. Le vernici saranno del tipo trasparente o pigmentato per conferire alla trave la tonalità di colore richiesta.

Gli elementi in acciaio quali scarpe, flange, tiranti ed altri elementi di connessione, saranno protette con vernice intumescente in grado di assicurare, sia ai singoli componenti sia alla struttura nel suo complesso, la classe R60 di resistenza al fuoco. Tale sistema di protezione sarà esteso anche ai tenditori, ai raccordi ed ai collegamenti con altre parti ed elementi strutturali.

I bulloni isolati di collegamento delle parti in legno, direttamente esposti solo per la "testa" e quindi con massività specifica assai elevata, saranno protetti con rivestimenti intumescenti.

I sistemi di protezione antincendio saranno certificati da Laboratori autorizzati, corrispondentemente alle caratteristiche ed alle condizioni di vincolo e di sollecitazione degli elementi strutturali; le condizioni e le modalità di posa dovranno essere conformi a quanto previsto e specificato nei rapporti di prova.

Tutto il processo di qualificazione, certificazione e collaudo dovrà essere conforme a quanto previsto dalle vigenti norme.

8.5. CARATTERISTICHE TECNICHE E CRITERI DI CALCOLO.

Per gli elementi in legno lamellare le caratteristiche tecniche (moduli di elasticità, resistenza, ecc.) saranno conformi a quanto previsto nella UNI EN 14080 e a quanto riportato negli elaborati di calcolo del progetto esecutivo.

La D.L. chiederà all'Appaltatore, in conformità alla normativa di riferimento, tutte le prove su campioni e modelli che riterrà utili alla verifica della qualità dei materiali e della corretta esecuzione degli elementi costruttivi.

Sempre a totale carico dell'Appaltatore, la D.L. potrà fare eseguire a piè d'opera prove di carico anche su elementi (travi) completi, prima del loro montaggio.

Tutti gli elementi in legno lamellare andranno verificati in conformità a quanto previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.

8.5.1. LEGNO PER ARCHI E TRAVI 44X20.

Legno lamellare incollato omogeneo di classe GL 28h

Valori di calcolo

Valore caratteristico della resistenza a flessione: $f_{m,k} = 28.0 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a compressione lungo la fibratura : $f_{c,0,k} = 26.5 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a compres. perpend. alla fibratura : $f_{c,90,k} = 3.0 \text{MPa}$;

Valore caratteristico della resistenza a trazione lungo la fibratura : $f_{t,0,k} = 19.5 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a trazione perpend. alla fibratura : $f_{t,90,k} = 0.45 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a taglio : $f_{v,k} = 3.2 \text{MPa}$;

Valore medio del modulo di elasticità longitudinale parallelo: $E_{0,mean} = 12600 \text{MPa}$;

Valore caratt. del modulo di elasticità longitudinale parallelo: $E_{0,05} = 10200 \text{MPa}$;

Valore medio del modulo di elasticità longitudinale perpend.: $E_{90,mean} = 420 \text{MPa}$;

Valore medio del modulo di elasticità tangente: $G_{mean} = 780 \text{MPa}$.

8.5.2. LEGNO PER ARCARECCI E PILASTRI (COPRITIRANTI).

Legno lamellare incollato omogeneo di classe GL 24h

Valori di calcolo

Valore caratteristico della resistenza a flessione: $f_{m,k} = 24.0 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a compressione lungo la fibratura : $f_{c,0,k} = 24.0 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a compres. perpend. alla fibratura : $f_{c,90,k} = 2.7 \text{MPa}$;

Valore caratteristico della resistenza a trazione lungo la fibratura : $f_{t,0,k} = 16.5 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a trazione perpend. alla fibratura : $f_{t,90,k} = 0.4 \text{MPa}$;

Valore caratt. della resistenza a taglio : $f_{v,k} = 2.7 \text{MPa}$;

Valore medio del modulo di elasticità longitudinale parallelo: $E_{0,mean} = 11600 \text{MPa}$;

Valore caratt. del modulo di elasticità longitudinale parallelo: $E_{0,05} = 9400 \text{MPa}$;

Valore medio del modulo di elasticità longitudinale perpend.: $E_{90,mean} = 390 \text{MPa}$;

Valore medio del modulo di elasticità tangente: $G_{mean} = 720 \text{MPa}$.

8.6. FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO.

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da una copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo, finché permane la validità della qualificazione e vengono rispettate le prescrizioni periodiche di cui al § 11.7.10.1 delle NTC 2008.

Sulla copia dell'attestato deve essere riportato 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.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

8.7. CONTROVENTI.

Per i controventi delle strutture di copertura vale quanto riportato al precedente cap. 3.

La tesatura, con manicotti tenditori, degli elementi sarà tarata in modo da attivarne efficacemente l'effetto irrigidente, senza tuttavia indurre sollecitazioni parassite.

A tal fine dovranno essere predisposte, a cura dei Tecnici dell'Appaltatore responsabili del montaggio, idonee strumentazioni per la corretta esecuzione ed il puntuale controllo delle operazioni di tesatura.

Le strutture di controvento dovranno essere dimensionate in modo tale da garantire la stabilità della struttura.

8.8. COLLEGAMENTI ED UNIONI.

Il dimensionamento e l'esecuzione di collegamenti ed unioni con mezzi meccanici (perni, bulloni o chiodi) di elementi in legno lamellare, in presenza o meno di piastre in acciaio, dovrà essere eseguito in conformità alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.

Tutti i mezzi di collegamento andranno disposti, per quanto possibile, simmetricamente rispetto agli assi delle travi. Qualora questa condizione non fosse soddisfatta, si dovrà tener conto delle eventuali eccentricità degli sforzi sia nelle verifiche degli elementi collegati, sia nelle verifiche dei mezzi di collegamento.

8.8.1. Unioni bullonate.

In tutte le unioni bullonate saranno ammessi esclusivamente perni e bulloni calibrati ai sensi delle vigenti norme.

I fori per l'inserimento dei perni devono essere praticati nel legno adottando il diametro nominale del perno.

Nelle unioni legno-acciaio, i fori praticati nelle parti in acciaio potranno avere un diametro massimo pari a quello nominale del perno più 1 mm. Nel caso di foratura contemporanea del legno e della lamiera in acciaio, si dovrà necessariamente praticare un foro di diametro pari al diametro nominale del perno.

Nelle unioni portanti mediante bulloni, in assenza di coprigiunti con piastre in acciaio, si dovranno inserire delle rondelle.

Potrà rendersi necessario, una volta che il giunto e gli elementi strutturali si saranno assestati nel nuovo equilibrio ambientale in cui dovranno operare (soprattutto igrometrico), effettuare un riserraggio dei bulloni.

Nelle connessioni acciaio-legno al di sotto della testa e del dado devono essere utilizzate rondelle aventi lunghezza del lato o diametro pari ad almeno $3d$ e uno spessore pari ad almeno $0.3d$, con d pari al diametro del bullone.

8.8.2. Unioni chiodate.

Saranno ammesse unioni chiodate solo nei collegamenti di importanza secondaria e, comunque, solo ove espressamente indicato negli elaborati grafici esecutivi.

In tutte le unioni chiodate saranno ammessi esclusivamente chiodi ad aderenza migliorata. Non saranno assolutamente accettati chiodi lisci.

I chiodi adoperati dovranno essere qualificati da un certificato di conformità, così come previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni.

8.8.3. Collegamento travi secondarie-archi principali.

Il collegamento delle travi secondarie alle travi principali dovrà avvenire tramite delle scarpe di appoggio in acciaio (vd. Progetto Esecutivo Strutture).

Le scarpe saranno costituite da due piatti verticali che abbracciano la trave secondaria, collegati inferiormente da un piatto orizzontale e frontalmente da un piatto verticale. Quest'ultimo consentirà il fissaggio di tutto l'elemento sul fianco della trave principale. Nei nodi ove è previsto l'ancoraggio delle barre dei controventi di falda, le scarpe avranno due ulteriori piatti disposti alla quota del piatto orizzontale ed inclinati secondo la direzione delle barre di controvento. Su

tali piatti andranno bullonate le pinze di estremità delle barre dei controventi di falda.

Le scarpe saranno collegate alle travi principali mediante bulloni calibrati.

8.9. TRASPORTO E MONTAGGIO.

Durante il trasporto, lo stoccaggio ed il montaggio degli elementi strutturali in legno lamellare si dovrà assicurare, attraverso l'adozione di opportune misure precauzionali, che l'umidità relativa del legno non cambi in modo dannoso. Questo potrebbe avvenire sia a causa di un prolungato influsso di umidità da parte dell'ambiente, sia a causa di una eccessiva essiccazione.

Tutte le parti di una struttura dovranno essere assemblate e montate in modo tale che nessuna parte venga sollecitata in modo non ammissibile tramite forzature od altre circostanze.

I perni portanti dovranno essere nuovamente serrati nel caso si preveda un sensibile ritiro del legno. Essi devono avere la lunghezza della filettatura tale da consentire ulteriori serraggi fino al termine del fenomeno di ritiro.

Nelle unioni con piastre esterne in metallo collegate tramite perni passanti il contatto perno-acciaio e perno-legno dovrà sempre avvenire tramite la parte di gambo non filettata.