RELAZIONE MATERIALI - CAPITOLATO TECNICO
Rev. A - 25/10/2020

CORPO COLLEGAMENTO E GUARDIOLA
via Trani, 1 - 20138 MILANO MUN. 4

FEDERAZIONE ITALIANA NUOTO - C.R. LOMBARDO
Via Piranesi, 46 - 20137 Milano (MI)

Studio Ingegneria Strutturale
Dott. Ing. Andrea Vago - via Po, 21 - 20017 Rho (MI)
tel.: 02/49437418 - cell.: 348-7942927 - email: studio@ingvago.com

Sommario
Opere strutturali - Descrizione dei materiali impiegati nell'opera e capitolato tecnico delle opere strutturali

Rev.	Descrizione revisione	Data
A	Emissione	25/10/2020

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
Dott. Ing. ANDREA VAGO
Sez. A a) civile e ambientale
Settore: Strutturali
n° A 20013

Il costruttore	Il Prog. Op. Strutturali	Il D.L. Op. Strutturali
(timbro e firma)	(timbro e firma)	(timbro e firma)

Indice

1 Calcestruzzo 2
1.1 Normativa di riferimento 2
1.1.1 Riferimenti generali 2
1.1.2 Riferimenti specifici 2
1.2 Materiali 3
1.2.1 Cementi 3
1.2.2 Aggregati 3
1.2.3 Acqua di impasto 4
1.2.4 Additivi 4
1.2.5 Aggiunte 4
1.2.6 Limiti di radioattività 4
1.3 Specifiche di composizione 4
1.3.1 Struttura del calcestruzzo 4
1.3.2 Durabilità e caratteristiche di "Prestazione" e "Composizione" 4
1.3.3 Granulometria dell'aggregato 4
1.3.4 Consistenza durante il getto 5
1.3.5 Progetto di Miscela - Studio preliminare di qualificazione 5
1.4 Specifiche di produzione 5
1.4.1 Confezionamento del calcestruzzo 5
1.4.2 Trasporto del calcestruzzo 5
1.4.3 Esecuzione dei getti 6
1.4.4 Stagionatura dei getti 6
1.4.5 Getti nella stagione fredda 7
1.4.6 Getti nella stagione calda 7
1.4.7 Interruzioni e riprese di getto 7
1.4.8 Tolleranze 7
1.5 Accettazione e controlli di qualità 7
1.5.1 Prelevamento campioni 8
1.5.2 Procedure nei casi di non conformità 8
1.6 Controllo di produzione e conformità 8
1.7 Analisi dei conglomerati 9

2 Acciaio per c.a. 9
2.1 Normativa di riferimento 9
2.2 Caratteristiche 9
2.2.1 Caratteristiche meccaniche e tecnologiche 9
2.2.2 Caratteristiche superficiali 9
2.2.3 Saldabilità 9
2.3 Classificazione e geometria 10
2.4 Conformità 10
2.5 Condizioni di lavorazione 10
2.5.1 Trasporto e stoccaggio 10
2.5.2 Lavorazione 10
2.5.3 Disposizioni costruttive 10
2.5.4 Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre 11

3 Casseforme 11
3.1 Normativa di riferimento 11
3.2 Documentazione tecnica 11
3.3 Materiali 11
3.3.1 Materiali metallici 11
3.3.2 Legno e materiali a base di legno 12
3.4 Caratteristiche 12
3.5 Distaccanti 12
3.6 Disarmo (rimozione dei casseri) 12

4 Acciaio per carpenterie metalliche 13
4.1 Normative di riferimento 13
4.2 Acciaio per profili, piatti, e lamiere 13
4.3 Controlli in officina o in cantiere 13
4.3.1 Documentazione del produttore delle carpenterie 14
4.4 Unioni bullonate 14

4.5 Unioni saldate 14
4.5.1 Classi delle saldature 14
4.5.2 Controlli delle saldature 15
4.6 Tolleranze di esecuzione e montaggio 15
5 Prescrizioni varie **15**
5.1 Scavi e riempimenti 15
5.2 Ancoraggi 15
5.3 Elementi prefabbricati in officina/stabilimento 15
6 Collaudo **16**

1. Calcestruzzo

1.1. Normativa di riferimento

1.1.1. Riferimenti generali

Le norme principali a cui devono puntualmente corrispondere tutti i calcestruzzi sono le seguenti:

- Legge 5 novembre 1971 n°1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."
- D.M. 9 gennaio 1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- D.M. 17 gennaio 2018: "Norme tecniche per le costruzioni"
- UNI 9858 "Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità".
- UNI EN 206-1: "Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità".
- UNI 11104: "Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".
- UNI 8981 "Durabilità delle opere e dei manufatti in calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo".

1.1.2. Riferimenti specifici

Si intendono riportate tutte le norme e raccomandazioni citate nella UNI EN 206-1, UNI 11104 e UNI 8981 e, fra tutte, vengono specificatamente richiamate le seguenti:

- CEMENTO
  - Legge 26/5/1965 n° 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" e successivi aggiornamenti.
  - D.M. 3/6/68 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" e successive modifiche (D.M. 20/11/84 - D.M. 13/9/93)
  - UNI ENV 197/1 Cemento - Composizione, specifiche e criteri di conformità.
- CALCESTRUZZO
  - UNI 12350-1/2/3/4/5/6/7 Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere.
  - UNI 12390-1 Provini di calcestruzzo per prove di resistenza meccanica - Forma e dimensioni.
  - UNI 12390-2 Provini di calcestruzzo - Preparazione e stagionatura.
  - UNI 12390-3 Prove distruttive sui calcestruzzi - Prova di compressione.
  - UNI 12390-5 Prove distruttive sui calcestruzzi - Prova di flessione.
  - UNI 12390-6 Prove distruttive sui calcestruzzi - Prova di trazione.
  - UNI 12350-6 Massa volumica del calcestruzzo - Determinazione su calcestruzzo fresco.
  - UNI 12390-7 Massa volumica del calcestruzzo - Determinazione su calcestruzzo indurito.
  - UNI 12350-7 - Determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco.
  - UNI 12504-2 Calcestruzzo indurito - Determinazione dell'indice sclerometrico.
  - UNI 12350-1 Calcestruzzo fresco - Criteri generali di campionamento.
  - UNI 12350-2 Calcestruzzo fresco - Determinazione della consistenza - Prova di abbassamento al cono (slump test).
  - EUROCODICE 2 Progettazione delle strutture in calcestruzzo
  - EUROCODICE 3 Progettazione delle strutture in acciaio
- AGGREGATI

  - UNI 8520/1 a 22;
- ADDITIVI
  - UNI 934-1/2/3/4/5/6 ;
- PRODOTTI DISARMANTI
  - UNI 934-1/2/3/4/5/6
- STRUMENTI DOSATORI
  - D.P.R. 12 novembre 1958 n° 1213 (G.U. 28 gennaio, n° 22) - Modificazioni ed aggiunte al regolamento per la fabbricazione dei pesi, delle misure e degli strumenti per pesare e per misurare - approvato con Regio Decreto 12 giugno 1902, n° 226.
  - D.M. 5 settembre 1969 (G.U. 27 settembre, n° 246) - Norme per l'ammissione alla verificazione metrica ed alla legalizzazione degli strumenti per pesare di tipo speciale, a funzionamento automatico e non, genericamente denominati "bilance per centrali di betonaggio", destinati ad essere inseriti in apparecchiature per la fabbricazione del calcestruzzo.
  - D.M. 25 giugno 1984 (G.U. 30 giugno, n°179) - Disposizioni sugli strumenti per pesare a funzionamento non automatico.
- PIANO DI CAMPIONAMENTO E CRITERI DI CONFORMITà.
  - UNI CEI EN 45011 Criteri generali per gli organismi di certificazione dei prodotti.
  - UNI CEI EN ISO/IEC 17050 Criteri generali per la dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore.

1.2. Materiali

1.2.1. Cementi

Si fa particolare riferimento alle norme, indicazioni, caratteristiche e prescrizioni contenute nella UNI-ENV 197/1.
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 cemento deve essere conservato in luogo asciutto od in contenitori chiusi a perfetta tenuta d'acqua. Durante la conservazione nei sili 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 sili o nei locali di deposito, si dovranno predisporre opportune verifiche di laboratorio atte ad accertare il mantenimento delle caratteristiche originali del prodotto.

1.2.2. Aggregati

Si fa riferimento agli aggregati di massa volumica normale compresa fra 2000 e 3000 Kg/mc, determinata secondo UNI 8520. Gli inerti in genere dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dalla normativa vigente ed in particolare al D.M. 3 giugno 1968 (all. 1), al D.M. 1 aprile 1983 (all. 1) e successivi aggiornamenti, nonché al punto 11.2.9.2. del D.M. 17 gennaio 2018.
Gli aggregati dovranno presentare caratteristiche qualitative tali da poter essere classificati di categoria A, in funzione dei limiti di accettazione definiti nella parte 2° della norma UNI 8520: "aggregati consigliati per calcestruzzi con resistenza caratteristica $Rck \geq 30N/mmq$". Dovrà essere attentamente analizzata la possibilità di insorgenza di reazioni tipo "ASR" (alcali-silice), prendendo tutti i provvedimenti e le precauzioni indicate nella UNI EN 206-1 punto 5.2.3.4 e nella UNI 8520/22.
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.

1.2.3. Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà ottemperare alle prescrizioni della UNI 8981/7. Dovrà, inoltre, corrispondere alla EN 1008 o presentare, in alternativa, un tenore di sali disciolti minore dello 0.2% in peso.
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.

1.2.4. Additivi

Gli additivi dovranno corrispondere alle prescrizioni delle UNI934-1/2/3/4/5/6.
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.

1.2.5. Aggiunte

Qualunque eventuale materiale di addizione, quali ceneri volanti, fumo di silice, filler secondari, ecc. dovrà essere chiaramente espresso nel progetto di miscela (mix-design) da sottoporre preventivamente alla D.L. L'uso degli elementi di addizione potrà essere vietato o condizionato a limiti e particolari qualità, quantità, caratteristiche e modalità di confezionamento. Per l'utilizzo di aggiunte di tipo II (punto 3.1.23 UNI EN 206-1) vale quanto specificato al punto 4.2 della UNI 11104 e al punto 5.2.5 della UNI EN 206-1.

1.2.6. 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.

1.3. Specifiche di composizione

1.3.1. Struttura del calcestruzzo

Si fa riferimento al calcestruzzo normale con massa volumica, dopo essiccazione a 105 °C, compresa fra 2000 e 2800 kg/mc. Il calcestruzzo deve essere proporzionato in modo da raggiungere una struttura chiusa, cioè, dopo compattazione standard secondo UNI 12390 ed UNI 12350, il contenuto d'aria del calcestruzzo fresco, in volume, non deve superare il 3% se l'aggregato ha diametro massimo nominale $\geq 16mm$ ed il 4% se l'aggregato ha diametro massimo nominale $< 16mm$, escludendo dal conto l'aria aggiunta sotto forma di microbolle ed i pori dell'aggregato.

1.3.2. Durabilità e caratteristiche di "Prestazione" e "Composizione"

Dovrà essere garantita, unitamente alla resistenza, la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio. Pertanto, nel caso di calcestruzzi a "prestazione garantita" (UNI EN 206-1 punto 8.2), dovranno essere rispettate anche le prescrizioni relative alla composizione ed alle caratteristiche del conglomerato fresco ed indurito, nonché quant'altro esplicitamente o implicitamente contenuto nella documentazione tecnica di progetto. Le prescrizioni base di progetto, per ogni tipo di miscela omogenea, sono riferite alle seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza (Rck di progetto)
- classe di esposizione
- max rapporto a/c
- tipo e classe di cemento
- dosaggio minimo di cemento
- dimensione max aggregato
- classe di consistenza

La classe di esposizione assegnata agli elementi strutturali è indicata sugli elaborati di progetto

1.3.3. Granulometria dell'aggregato

Gli inerti dovranno essere suddivisi come minimo in tre classi granulometriche; la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadra da 5 mm. di lato.
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 max dell'aggregato, indicata nelle singole analisi dei conglomerati, dovrà comunque corrispondere alle caratteristiche dei getti e delle armature, così come indicato nella UNI 206-1.

La determinazione di verifica del diametro massimo degli inerti verrà effettuata secondo la UNI 206-1.
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 (UNI 206-1).

1.3.4. Consistenza durante il getto

La misura della "consistenza" dei calcestruzzi è espressa in termini di "valore dell'abbassamento al cono, o slump", in funzione della norma UNI EN 12350-2.

1.3.5. Progetto di Miscela - Studio preliminare di qualificazione

Tutti i conglomerati dovranno essere studiati preliminarmente e verificati sperimentalmente (UNI 6128) per i necessari controlli di accettazione in accordo con quanto prescritto dalla normativa vigente.
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.

1.4. Specifiche di produzione

Le modalità di stoccaggio, dosaggio, miscelazione, trasporto, getto e stagionatura dei conglomerati dovrà essenzialmente corrispondere a quanto prescritto ai punti 9 e 10 della UNI EN 206-1.

1.4.1. Confezionamento del calcestruzzo

La confezione del calcestruzzo potrà avvenire in cantiere o presso impianti di preconfezionamento. In ogni caso l'impianto di betonaggio dovrà avere potenzialità di produzione adeguata all'entità delle opere da eseguire secondo quanto indicato dal programma lavori. L'impianto di betonaggio, se installato in cantiere, dovrà essere di tipo centralizzato automatico o semiautomatico. Nel caso in cui l'Appaltatore volesse appoggiarsi ad un impianto esterno di preconfezionamento, avrà l'obbligo di segnalarlo al Direttore dei Lavori, per la preventiva autorizzazione. Anche tale impianto di betonaggio potrà venire ispezionato periodicamente dal Direttore dei Lavori: in tal caso, l'Appaltatore dovrà fornire il personale e gli strumenti necessari per l'ispezione.
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. Il numero di giri totali non dovrà essere inferiore quanto indicato nella UNI 206-1.

1.4.2. 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.

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

1.4.3. Esecuzione dei getti

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.

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. Non sono ammessi getti con caduta libera superiore a 1.5 m; nei casi in cui dovesse verificarsi il superamento di tale limite, dovranno adottarsi sistemi di accompagnamento quali benne, tramogge condotte od altri analoghi sistemi approvati dalla D.L.

A meno di adeguati provvedimenti, corrispondenti alle prescrizioni di progetto o, in mancanza, concordati con la D.L., la temperatura del calcestruzzo fresco non deve superare i 30 °C, né risultare minore di 5 °C (UNI EN 206-1/5.2.8), nel periodo tra la miscelazione ed il getto.

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.

I mezzi usati per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiere o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle cassaforme. I pervibratori non dovranno essere applicati sulle armature né provocarne il loro spostamento. Sono da utilizzarsi vibratori a frequenza elevata (da 8000 a 12000 cicli al minuto). I pervibratori dovranno essere immersi nel getto e ritirati lentamente, in modo da evitare formazione di vuoti e nei due percorsi si dovrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec.; lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile. Il raggio di azione dovrà essere adeguato alle varie tipologie di getto e di struttura e, quindi, i punti di attacco dovranno essere distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media 50 cm). Si dovrà porre particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato.

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 tale, il tempo "t" intercorrente tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con quello successivo, non dovrà superare 3 ore alla temperatura ambiente T = 20° C; con temperature ambiente diverse, il tempo "t" in ore sarà calcolato con la seguente relazione: t = 3h x 30°C/T + 10°C.

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. 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 dosata a 600 kg/mc di cemento tipo CEM I 42.5, dopo aver ravvivato e bagnato a rifiuto le superfici da regolarizzare.

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

1.4.4. Stagionatura dei getti

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalle piogge, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica sino a quando le caratteristiche intrinseche del materiale non siano in grado di resistere alle sollecitazioni ed azioni esterne.

Tutti i getti dovranno essere stagionati e protetti secondo quanto previsto dalla UNI EN 206-1; in generale le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 3 giorni, nel caso di ambiente ad alta umidità relativa ($Ur \geq 70\%$), e per almeno 10 giorni in ambiente secco ($Ur < 70\%$). La D.L. potrà disporre cicli e modalità più severe di stagionatura, qualora eccezionali condizioni ambientali lo richiedano.

Per la protezione sarà utilizzata preferibilmente la nebulizzazione continua di acqua o il rivestimento con teli di juta mantenuti costantemente umidi.
L'applicazione di pellicole protettive antievaporanti dovrà essere espressamente autorizzata dalla D.L., che ne verificherà la compatibilità con i materiali e le successive lavorazioni.
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. Salvo diverse e più severe prescrizioni della D.L., l'eventuale maturazione accelerata a vapore dovrà essere conforme a quanto contenuto nella UNI EN 206-1.

1.4.5. 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.
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.
Qualora la temperatura ambiente dovesse risultare inferiore ai 5 °C, 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.

1.4.6. Getti nella stagione calda

Durante la stagione calda ed allorquando la temperatura ambiente superi i 30°C, bisognerà prestare particolare cura nell'esecuzione dei getti, adottando tutte le misure utili a contenere il sovra-riscaldamento 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 sovra-riscaldamento.
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 integrazione 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 alla 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, la D.L. potrà disporre la sospensione dei getti o la loro esecuzione nelle ore serali o notturne.

1.4.7. 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 proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.
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.
Laddove specificatamente richiesto 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.

1.4.8. Tolleranze

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto stabilito ai punti precedenti sulla classificazione degli stati superficiali del calcestruzzo:
- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino, con un max di 30 mm;
- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale, con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi sarà inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- fuori piombo: (strutture verticali) 1/200 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

1.5. Accettazione e controlli di qualità

La resistenza caratteristica a compressione sarà dedotta conformemente a quanto disposto nel capitolo 11 del D.M. 17 gennaio 2018.
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, silica fume) eventualmente impiegate nel calcestruzzo, che dovranno essere conformi alle specifiche di accettazione.

1.5.1. Prelevamento campioni

Il prelievo dei provini, necessari per il controllo di accettazione di cui al capitolo 11 del D.M. 17 gennaio 2018, va eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia. Ogni provino dovrà essere contrassegnato con una etichetta o sigla indelebile i cui dati di riconoscimento dovranno essere riportati 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 12350-1:2009).

Il prelevamento sarà eseguito nelle condizioni ed ove indicato dal Direttore dei lavori e secondo UNI EN 12350-1:2009, preferibilmente all'impiego.

Per la preparazione, stagionatura e manipolazione dei provini, la forma e le dimensioni si fa riferimento alle UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2009.

Il Direttore dei lavori potrà far prelevare provini supplementari, oltre quelli indispensabili al controllo di accettazione di cui al capitolo 11 del D.M. 17 gennaio 2018, e richiedere prove di resistenza alle stagionature brevi (3/7/14 gg).

1.5.2. Procedure nei casi di non conformità

Se una o più prescrizioni del controllo di accettazione non risultassero rispettate, prima di rifiutare le opere, si potrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale, a cura e spese dell'Appaltatore, della sicurezza della struttura interessata, nonché del raggiungimento dei livelli di qualità e durabilità indicati in progetto.
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, conformemente alla ISO 7034. Per analisi più estese ed accurate, potranno essere associate ai carotaggi determinazioni di parametri non distruttivi, mediante i metodi normati dalle UNI EN 12504-1:2009, UNI EN 12504-4:2005, UNI EN 12504-4:2005 e UNI 10157.

1.6. Controllo di produzione e conformità

Dovranno essere attuati tutti i controlli e le procedure per il controllo della qualità indicati nella UNI EN 206-1:2006.

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.

Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le seguenti informazioni aggiuntive:

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

1.7. 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.

Classe di resistenza:	**C15/20**
Tipo e classe di cemento:	CEM I 32.5 (portland / UNI-ENV 197/1)

Tab. 1: Caratteristiche magrone

Classe di resistenza:	**C25/30**
Max rapporto a/c:	0,50
Dimensione max aggregati:	20 mm
Classe di contenuto in cloruri:	CL 0,20
Classe di consistenza:	S4
Tipo e classe di cemento:	CEM I 32.5 (portland / UNI-ENV 197/1)

Tab. 2: Caratteristiche cls opere in c.a. in genere

2. Acciaio per c.a.

2.1. Normativa di riferimento

Oltre alla normativa tecnica richiamata per i calcestruzzi, per tutto quanto non in contrasto o non espresso in quei riferimenti, devono essere rispettate anche le seguenti disposizioni e raccomandazioni:

- UNI EU 21 Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.
- EN 10080:2005 Tondi di acciaio per c.a. - Qualità, prescrizioni, prove, dimensioni, tolleranze.
- CNR/UNI 10020 Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.

2.2. Caratteristiche

2.2.1. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche

Tutte le armature per c.a. dovranno presentare caratteristiche meccaniche e tecnologiche almeno corrispondenti al tipo di acciaio indicato come **B450C (ex FeB44k)** controllato in stabilimento, dal D.M. LL.PP. 14 gennaio 2018. Per quanto concerne reti e tralicci di acciaio elettrosaldati, si fa espresso riferimento al punto 11.3.2.5. del D.M. 17 gennaio 2018, con i seguenti requisiti:

- la rete sarà costituita da barre in acciaio **B450C (ex FeB44k)** controllato in stabilimento
- lo spessore delle singole barre e la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, saranno corrispondenti ai valori indicati in progetto;
- i punti di incrocio delle singole maglie dovranno essere resi solidali mediante saldatura elettrica;
- per le prove si preleveranno tronchi, ognuno dei quali dovrà contenere almeno un punto di incrocio saldato;
- saranno ammessi scarti nel diametro delle barre, dell'ordine del $\pm 3\%$ rispetto alla sezione nominale;
- nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al $\pm 5\%$ rispetto alle dimensioni prescritte.

2.2.2. Caratteristiche superficiali

Tutte le armature dovranno essere del tipo nervato con un indice di aderenza caratteristico f_{RK} non minore di quello stabilito nella EN 10080 e cioè tali da potersi classificare con caratteristiche superficiali di "alta aderenza".

2.2.3. Saldabilità

Tutte le armature dovranno essere del tipo saldabile e, pertanto, corrispondenti alla qualità indicata al punto 1.3.2.7 del D.M. 17 gennaio 2018.

In particolare l'analisi sul prodotto dovrà fornire i seguenti risultati: C (carbonio) $\leq$ 0.24% Ceq (carbonio equivalente) $\leq$ 0.52%

2.3. Classificazione e geometria

Ciascuna fornitura deve essere accompagnata da un documento riportante tutte le informazioni necessarie alla sua identificazione, indicando, in particolare:

- Tipo, con il valore della tensione caratteristica di snervamento fyk, espressa in N/mmq.
- Classe, specificando le caratteristiche di duttilità.
- Dimensione.
- Caratteristiche superficiali, con riferimento all'indice di aderenza caratteristico f_{RK}.
- Saldabilità.

Inoltre, ogni fornitura dovrà essere accompagnata da:

- attestato di conformità;
- certificato di provenienza;
- certificato di controllo;
- certificato di collaudo;
- marchio di identificazione;

2.4. Conformità

I metodi di produzione, le caratteristiche specifiche, i metodi di prova e di attestazione di conformità dovranno corrispondere alla normativa e legislazione vigente, nonché, per quanto in esse non contemplato e non in contrasto, con le norme richiamate in 2.1. e con la EN 10080.

2.5. Condizioni di lavorazione

2.5.1. 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, da agenti aggressivi, inquinanti e da qualunque forma di imbrattamento e risultare assolutamente pulite allorché montate nei casseri.

2.5.2. 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 di capitolato. Non saranno ammessi:

- danni meccanici di alcun tipo (intagli- scheggiature -bruciature ecc.);
- rotture di saldature in gabbie prefabbricate e reti saldate;
- 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.

2.5.3. Disposizioni costruttive

Le armature dovranno essere montate nel pieno rispetto delle sagome e posizioni indicate negli esecutivi di progetto e nelle prescrizioni del Capitolato Tecnico. 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 "copriferri" ed "interferri", prescritti negli elaborati esecutivi di progetto e nelle relazioni di calcolo e di verifica. I distanziatori dovranno essere preferibilmente in cls, dello stesso colore di quello previsto per i getti. La forma e le dimensioni dei distanziatori dovranno essere corrispondenti ai vari tipi di casseri ed armature, ed agli spazi di "ricopertura" prescritti.

2.5.4. Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre

I controlli sono a carico dell'Appaltatore. Con riferimento al punto 11.3.2.10.4 del D.M. 17 gennaio 2018, i controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2 del D.M. 17 gennaio 2018, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Il Direttore dei lavori potrà far prelevare spezzoni supplementari, oltre quelli indispensabili al controllo di accettazione di cui al capitolo 11.3.2.10.4 del D.M. 17 gennaio 2018 e richiedere prove di resistenza e duttilità. L'onere di tali ulteriori prove sarà sempre a carico dell'Appaltatore. La frequenza dei controlli è stabilite dal Direttore dei lavori.

Gli spezzoni, recanti la punzonatura dello stabilimento, devono essere prelevati alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia e contrassegnati con etichetta o sigla indelebile i cui dati di riconoscimento dovranno essere riportati 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 di calcestruzzo prelevato, nonché la data e l'ora del prelevamento.

Le prove dovranno essere effettuate presso un Laboratorio ufficiale e riguardano la resistenza e la duttilità.
La richiesta di prove deve essere sottoscritta del Direttore dei lavori.
I relativi certificati di prova dovranno essere trasmessi al Direttore dei lavori che provvederà ad allegarli alla relazione di chiusura dei lavori.

3. Casseforme

3.1. Normativa di riferimento

Si dovranno rispettare le indicazioni e prescrizioni contenute nel "progetto UNI - U50.00.206.0 - Aprile 1995". Gruppo di lavoro "Casseforme e sicurezza", nonché le norme dell'Eurocodice 2 (UNI ENV 1992-1-1 - par. 6.3.2.)
Si intendono come vincolanti anche tutte le norme e raccomandazioni richiamate nel suddetto progetto UNI, oltre che quelle della legislazione vigente e delle prescrizioni ISPESL.

3.2. Documentazione tecnica

Tutte le casseforme dovranno essere preliminarmente progettate e corredate di relazione di calcolo ed analisi della sicurezza, nonché istruzioni di montaggio e movimentazione.
Tutta la documentazione dovrà essere sottoposta alla approvazione della D.L.

3.3. Materiali

Possono essere utilizzati materiali metallici quali acciaio e leghe di alluminio, oppure legno e compositi a base di legno.

3.3.1. Materiali metallici

L'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo di saggi e campioni e le modalità di prova devono essere effettuati secondo quanto stabilito dalle norme di prodotto e dalle UNI EN ISO 377:1999, UNI EN 10002/1 e UNI EN 10045/1.

I prodotti in acciaio devono essere conformi alle seguenti norme:

- D.M. 17 gennaio 2018
- CNR UNI 10011 - per profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profili cavi laminati a caldo;
- UNI 7958 - per le lamiere sottili e nastri larghi da costruzione laminati a freddo;
- UNI EN 10219-1:2006 - per i profilati cavi chiusi formati a freddo.

I prodotti in lega di alluminio dovranno essere conformi alla UNI EN 1090-3:2018.
Sono ammessi, per la costruzione degli elementi principali delle casseforme, i seguenti materiali metallici:

- acciai normali: S235 (ex Fe360), S275 (ex Fe430), S355 (exFe510);
- acciai ad elevata resistenza: S420, S490, S590, S690;
- leghe di alluminio: 2014, 2024, 5052, 5054, 5086, 5454, 5083, 6060, 6061,6082, 7020, 7075;

L'impiego di tipi di acciaio ovvero di metalli o loro leghe diversi da quelli indicati è consentito purché, mediante adeguata verifica teorica e sperimentale, venga garantita una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti istruzioni.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione nel componente da cui essi devono essere prelevati, la preparazione dei provini e le modalità di prova, saranno rispettate le prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI ISO/TR 12735-2:2009, UNI EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992, UNI EN 10025-1/-2:2005. Le presenti norme non riguardano gli elementi in lamiera grecata ed i profilati formati a freddo; per essi possono essere seguite le istruzioni CNR-UNI in materia, oppure altri criteri fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali comprovati.

3.3.2. Legno e materiali a base di legno

Per le casseforme in legno massiccio possono essere usate solo le specie legnose che abbiano massa volumica media non minore di 410 Kg/mc (secondo ISO 3130, su provini aventi umidità 12%).
Le essenze di legno adatte sono l'abete bianco (abies alba), il larice (larix decidua), l'abete rosso (picea abies), il pino comune (pinus sylvestris), il pino oregon (pseudotsuga menziesii), l'hemlock (tsuga heterophylla). Sono ammesse altre essenze di legno, purché abbiano almeno le stesse caratteristiche. Il pino del paranà (araucaria angustifolia Q.Ktze), l'hem-fir (abies magnifica), il pino silvestre nero (pinus nigra Arnold) non devono essere utilizzati per la fabbricazione di casseforme.
Non sono ammessi il legno di compressione (nel caso di legnami resinosi), difetti causati da insetti (tali da ridurre la resistenza meccanica), incrostazioni da vischio, legno di reazione (nel caso di legno fronzuto di specie latifolglia), le cipollature, la putrefazione rossa (bruna), la putrefazione bianca ed i nodi viziati.
E' consentito l'uso di pannelli di legno compensato, di paniforti e lamellari (gli strati esterni devono essere continui e senza giunzioni). Le resistenze e gli altri valori caratteristici degli elementi strutturali di legno massiccio, devono essere assunti conformemente alla UNI EN 384 per lo specifico tipo di legname.
I materiali, anche compositi, a base di legno devono essere di tipo adatto all'uso in condizioni di elevata umidità, con impiego di adesivi conformi alla classe D4 della UNI EN 204 e, ove opportuno, finiti in superficie con idonei trattamenti preservanti o idrorepellenti.
I pannelli a base di legno dovranno essere conformi, oltre che alle raccomandazioni tecniche più accreditate, alle seguenti norme:

- UNI 6467/7.69 - Pannelli di legno compensato e paniforti - Termini e definizioni;
- UNI EN 313-1:1997 - Pannelli di legno compensato e paniforti, composizione, caratteristiche e classificazione;
- UNI EN 315:2002 - Id. - Dimensioni, tolleranze e designazione;
- UNI EN 313-1:1997 - Id. - Classificazione secondo l'impiego.

La faccia "bagnata" dei pannelli potrà essere nobilitata in superficie con resine epossidiche, fenoliche, poliesteri o poliuretaniche.

3.4. Caratteristiche

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, boiacca, 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, ISPESL, ecc.. 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.
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.
I tiranti di collegamento dei casseri che dovessero attraversare i getti, dovranno essere contenuti in guaine in resina per consentire lo sfilaggio dopo il disarmo; i fori dovranno essere opportunamente tappati o sigillati.

3.5. Distaccanti

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. 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.
I disarmanti dovranno risultare non infiammabili, non dovranno contenere benzene, toluene o xilene (legge 5/3/'63 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).

3.6. Disarmo (rimozione dei casseri)

Si fa riferimento a quanto disposto dalla Normativa italiana vigente, nonché alle indicazioni e prescrizioni della norma UNI ENV 1992-1-1 (Eurocodice 2 - par.6.3.2.4.).

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 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):

	Cls Normale	Cls AR
Per sponde di casseri di travi e pilastri (parti di casseri che non sopportano carichi)	3 gg	2 gg
Per armature di solette di luce modesta e casseri di piastre gettate in situ	10 gg	5 gg
Per puntelli ed armature di travi e solette di grande luce	24 gg	12 gg
Per strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

Tab. 3: Tempi minimi disarmo

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 suppletivi 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 e funzionalità delle strutture.

4. Acciaio per carpenterie metalliche

4.1. Normative di riferimento

L'esecuzione dei manufatti e la loro posa in opera dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Circ. M.LL.PP. 23/10/79, n.1977 Competenza amministrativa: legge 5 novembre 1971, n.1086 - Legge 5/2/74, n.64
- Circ. M.LL.PP. 31/07/79, n.19581 Legge 5/11/71, n.1086, art.7 - Collaudo statico
- D.M. 17 gennaio 2018: Norme tecniche per le costruzioni
- D.M. 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche
- CNR n. 10011/86 Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- CNR n. 10022/84 Profilati in acciaio formati a freddo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni

Dovranno anche essere rispettate le norme UNI richiamate nelle prescrizioni sopra elencate.

4.2. Acciaio per profili, piatti, e lamiere

Per profilati a caldo, profilati cavi, larghi piatti, lamiere laminate a caldo è previsto l'utilizzo di:

- acciaio **S275JR (ex Fe430B)**

L'acciaio deve risultare qualificato secondo quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018 al cap. 11.3.4

4.3. Controlli in officina o in cantiere

I controlli in officina o in cantiere sono a carico del Costruttore della carpenteria metallica.

L'estensione e la frequenza dei controlli sono stabilite dal Direttore dei lavori o, in sua mancanza all'atto delle lavorazioni, dal Tecnico responsabile della fabbricazione, che assume a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei lavori.

I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui nel D.M. 17 gennaio 2018 al cap. 11.3.4 per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonchè delle norme UNI vigenti per le caratteristiche chimiche.

I Certificati devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del Laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. I Certificati dovranno essere trasmessi al Direttore dei lavori prima della messa in opera.

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al punto 11.3.3.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Almeno un saggio dovrà appartenere allo spessore massimo e almeno uno dovrà appartenere allo spessore minimo del materiale impiegato.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni riportate ne punto 11.3.3.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

4.3.1. Documentazione del produttore delle carpenterie

Per ogni partita d'acciaio e per ciascuna gamma merceologica, dovrà essere trasmessa al Direttore dei lavori, prima della messa in opera, la seguente documentazione rilasciata dal Produttore:

- Certificato di collaudo secondo UNI EN 10204
- Dichiarazione, riportante gli estremi della marcatura, che il prodotto è qualificato ai sensi della Normativa vigente, con allegata copia del certificato del Laboratorio Ufficiale
- Bolla di consegna della fornitura (d.d.t.)

4.4. Unioni bullonate

Le unioni bullonate dovranno essere realizzate con viti ad alta resistenza classe 8.8 (dadi classe 8) nei diametri indicati nel progetto e serrati con chiave dinamometrica.
I valori dei momenti di serraggio dovranno risultare i seguenti:

d (mm)	Ts (daNm)
10	5.5
12	9.5
14	14.5
16	22.5
18	31
20	44
22	60
24	76

Tab. 4: Serraggio bulloni

4.5. Unioni saldate

Le unioni saldate previste in progetto dovranno essere eseguite esclusivamente nell'officina del costruttore della carpenteria, o nello stabilimento del produttore dei materiali nel caso di profilati tubolari saldati.
Le saldature in opera saranno ammesse solo ove espressamente indicato nel progetto.
Il procedimento di saldatura, in officina e in opera, dovrà essere del tipo manuale ad arco con elettrodi rivestiti, omologati secondo UNI 5132, adatti al materiale base.
Sia in officina, che in cantiere, le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti devono essere eseguite da saldatori che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalla UNI 4634.
L'impiego di elettrodi omologati secondo UNI 5132 esime da ogni prova di qualifica del procedimento.
Si precisa in particolare che i giunti testa a testa dovranno avere i lembi smussati in maniera tale che il vano da riempire di saldatura abbia forma a y;
inoltre l'angolo e la profondità dello smusso (non meno di 2/3 dello spessore della lamiera) e la distanza fra i due lembi dovranno essere realizzati secondo UNI 11001.

4.5.1. Classi delle saldature

- Giunti testa a testa, o a croce, o a T, a completa penetrazione: PRIMA CLASSE. Le saldature dovranno soddisfare l'esame radiografico, o con ultrasuoni, con risultati richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278.
- Giunti a cordone d'angolo: CLASSE UNICA.Le saldature dovranno essere controllate mediante sistemi magnetici.

Tutte le saldature dovranno essere eseguite in numero di passate adeguato agli spessori da saldare.

Non è comunque consentita alcuna saldatura in una sola passata e ciò affinchè sia garantita la benefica azione normalizzatrice che ogni passata esercita sulla precedente.
Il materiale di apporto nella saldatura deve essere della stessa natura dei metalli di base.

4.5.2. Controlli delle saldature

I controlli in officina o in cantiere sono a carico del Costruttore della carpenteria metallica.
L'estensione e la frequenza dei controlli sono stabilite dal Direttore dei lavori o, in sua mancanza all'atto delle lavorazioni, dal Tecnico responsabile della fabbricazione, che assume a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei lavori.
I relativi certificati dovranno essere trasmessi al Direttore dei lavori che provvederà ad allegarli alla relazione di chiusura dei lavori.

4.6. Tolleranze di esecuzione e montaggio

Dovranno essere conformi a quelle abituali che si ottengono nelle officine specializzate per opere di questo tipo e in ogni caso non superare le misure sotto indicate:

- livello verticale $\pm 3mm$
- distanza tra le colonne $\pm 5mm$
- dimensione totale in lunghezza $\pm 10mm$
- dimensione totale in larghezza $\pm 10mm$
- massimo fuori piombo delle colonne $\pm 5mm$

In alternativa, qualora più restrittivo, si faccia riferimento a quanto riportato nella normativa vigente.

Dovrà essere effettuato in officina o a piè d'opera il montaggio provvisorio di prova delle strutture per controllare l'esatta corrispondenza tra il prodotto e il progetto.

5. Prescrizioni varie

5.1. Scavi e riempimenti

E' responsabilità dell'impresa verificare la fattibilità degli scavi in relazione ad edifici o manufatti in adiacenza al cantiere. Nell'eventualità è d'obbligo valutare preliminarmente la realizzazione di paratie, palancole o qualsiasi opera provvisionale tale da garantire la sicurezza degli scavi ed evitare qualsiasi danno a terzi.

I riempimenti a tergo delle pareti, ove previsti, saranno realizzati con ghiaia naturale o con pietrisco di frantumazione, aventi angolo di attrito interno non minore di 30° e peso specifico apparente non superiore a 1950 daN/mc, nelle condizioni naturali di umidità.

La formazione del riempimento o del rilevato dovrà avvenire per strati successivi, evitando accuratamente il rimescolamento con i terreni in situ o l'inglobamento di materie estranee, di risulta o di diversa provenienza. Ogni strato dovrà essere costipato per quanto basta ad assicurare stabilità ed equilibrio all'intero masso ed evitare il rischio che, a causa di assestamenti differiti, possano rendersi necessari reintegri delle materie terrose previste a completamento.

A tergo delle pareti contro-terra, deve essere previsto un drenaggio in grado di garantire, anche nel tempo, un adeguato smaltimento delle acque piovane.

5.2. Ancoraggi

I collegamenti tra le strutture con ancoraggi meccanici e chimici dovranno essere realizzati con materiale (resine, barre, tasselli, . . .) di comprovata affidabilità e la posa in opera dovrà essere eseguita seguendo scrupolosamente le indicazioni del produttore e della D.L. e quanto riportato sui disegni esecutivi.

5.3. Elementi prefabbricati in officina/stabilimento

I solai prefabbricati o semiprefabbricati dovranno essere forniti comprensivi di disegni e relazione di calcolo firmata dall'eventuale prefabbricatore.

I disegni di officina per le strutture metalliche sono a carico del produttore degli elementi (previo ricontrollo di tutte le misure in cantiere).

6. Collaudo

Durante il corso dei lavori verranno prelevati, a cura del Direttore dei lavori, campioni dei vari materiali per constatarne la completa rispondenza alla presente relazione, con le modalità sopra specificate.

L'onere dei prelievi e dei relativi certificati di prova per i materiali utilizzati (calcestruzzo e acciaio) è a carico dell'Appaltatore. Per i materiali o gli elementi strutturali non soggetti a prova distruttiva dovranno essere forniti certificati di provenienza dei materiali base e/o schede tecniche con caratteristiche e istruzioni di montaggio.

Il Costruttore dovrà fornire i certificati dei materiali ed eventuali disegni e relazioni di calcolo firmate dai relativi prefabbricatori prima della scadenza dei termini della della pratica autorizzativa per permettere al DL strutturale di consegnare la relazione a strutture ultimate entro i termini di legge. Nel caso ciò non avvenga si precisa che il DI delle opere strutturali non sarà responsabile del mancato deposito della fine lavori e del mancato collaudo.

Entro 60 gg. dai lavori ultimati verrà eseguito il collaudo delle opere per verificare la corretta posa in opera dei vari materiali e l'efficienza tecnica dei lavori eseguiti.

E' data facoltà al Collaudatore di far eseguire eventuali prove di carico sulle strutture. Tali prove non possono aver luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di cls prevista e, in mancanza di precisi accertamenti al riguardo, non prima di 28 gg. Le prove di carico si svolgeranno secondo le modalità indicate dal Collaudatore nominato dal Committente. L'onere di tali prove sarà a carico dell'Appaltatore, il quale dovrà anche predisporre i carichi e le attrezzature necessarie oltre che mettere a disposizione tutto il personale necessario ad effettuare le prove stesse Il Committente tramite la Direzione Lavori, potrà ordinare l'asportazione di parti di opera non rispondenti ai requisiti richiesti.