


PROGETTISTA: ING. ALBERTO PERDOMI ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO N. A17290	DIRETTORE DEI LAVORI	COMMITTENTE	COORDINATORE DI PROGETTO
 <b>CENTRO DI ANALISI STRUTTURALE S.r.l.</b>		V.le Giustiniano, 10 20129 MILANO TEL. + 39 02 20 20 221 FAX: + 39 02 2951 2533 E-MAIL: ceas@finzi-ceas.it	<b>SISTEMA GESTIONE QUALITA'</b> AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO n° K031 RILASCIATO DA ISTITUTO QUASER CERTIFICAZIONI S.R.L. Progettazione ed erogazione di servizi di ingegneria strutturale, infrastrutturale, geotecnica, calcolo specialistico strutturale e geotecnico, direzione lavori, collaudo statico e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e esecuzione (EA 34)

COMMITTENTE  <b>POLITECNICO DI MILANO</b> Amministrazione Centrale – Dipartimento di Energia – Area Tecnico Edilizia Piazza Leonardo da Vinci 32 – 20133 Milano Responsabile Unico del Procedimento: Arch. R. Licari	
--	--

OPERA DA ESEGUIRE <b>Edificio Laboratorio per installazione di un calorimetro calibrato a due camere per il Dipartimento di Energia - Campus La Masa – Lambruschini</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
---

TITOLO ELABORATO <b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO</b> <b>SPECIFICHE TECNICHE</b>
--

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	R.C.
0	18/12/12	Prima emissione	Fallanca	Savoldelli	N.A.	Perdomi

Nome file	Codice commessa	Tipologia commessa	Tipologia elaborato	Fase progettuale	Parte d'impianto	Progressivo elaborato
PER-EH-002.pdf	12017	PE	R	E	H	002

## INDICE

<b>PARTE PRIMA – INDICAZIONI GENERALI</b>	<b>8</b>
<b>1. RIFERIMENTI</b>	<b>8</b>
1.1 Documentazione di progetto	8
1.2 Norme e leggi	8
<b>2. DESCRIZIONE DELLE OPERE</b>	<b>9</b>
<b>PARTE SECONDA – MATERIALI E LAVORAZIONI</b>	<b>10</b>
<b>3. CALCESTRUZZI</b>	<b>10</b>
3.1 Classificazione caratteristiche e requisiti del calcestruzzo	10
3.2 Materiali impiegati	11
3.2.1 Aggregati	11
3.2.2 Acqua	12
3.2.3 Cemento	12
3.2.4 Aggiunte	13
3.2.5 Additivi	13
3.2.6 Additivi fluidificanti e superfluidificanti	13
3.2.7 Additivi aeranti	14
3.2.8 Additivi ritardanti	14
3.3 Controlli in corso d'opera	14
3.3.1 Controlli di qualità del calcestruzzo	14
3.3.2 Controlli e prove sul calcestruzzo fresco	15
3.3.3 Controlli di accettazione del calcestruzzo	16
3.4 Modalità di messa in opera del calcestruzzo	17
3.4.1 Confezionamento del calcestruzzo	17
3.4.2 Verifica armature prima del getto	17
3.4.3 Pulizia preventiva dei casseri	17
3.4.4 Sollevamento, trasporto e messa in opera del calcestruzzo	18
3.4.5 Getto del calcestruzzo	18
3.4.6 Obbligatorietà di getto entro i casseri	18
3.4.7 Getti su strutture orizzontali	18
3.4.8 Rifinitura superficiale dei solai	18

3.4.9	Getti su strutture inclinate	18
3.4.10	Riprese di getto	19
3.4.11	Vibratura del calcestruzzo	19
3.4.12	Strato alla base dei getti insistenti direttamente sul terreno	20
3.4.13	Temperatura di posa in opera del conglomerato	20
3.4.14	Controllo della temperatura per getti massivi	20
3.4.15	Getto in periodo caldo	20
3.4.16	Disarmo	21
3.4.17	Stagionatura	21
3.4.18	Stagionatura e protezione - fessurazione superficiale	21
3.4.19	Maturazione naturale	22
3.4.20	Divieto di passaggio sulle strutture	22
<b>3.5</b>	<b>Prescrizioni specifiche per confezionamento in cantiere</b>	<b>22</b>
<b>4.</b>	<b>ACCIAIO TONDO PER C.A.</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Acciaio per calcestruzzo armato, generalità per le armature</b>	<b>23</b>
4.1.1	Armature per calcestruzzo normale	23
4.1.2	Norme generali	23
4.1.3	Requisiti minimi	23
4.1.4	Provenienza e qualità dei materiali	23
<b>5.</b>	<b>CASSERI</b>	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>Requisiti generali</b>	<b>30</b>
5.1.1	Getti a vista	31
<b>5.2</b>	<b>Casseforme per getti verticali</b>	<b>31</b>
<b>5.3</b>	<b>Casseforme per getti orizzontali</b>	<b>31</b>
<b>5.4</b>	<b>Puntellazione</b>	<b>32</b>
<b>5.5</b>	<b>Esecuzione</b>	<b>32</b>
5.5.1	Modalità	32
5.5.2	Redazione del progetto delle casseforme e dei puntellamenti	33
5.5.3	Messa in opera	35
5.5.4	Pulizia e trattamenti superficiali	36
5.5.5	Giunti, riprese di getto, scuretti	36
5.5.6	Predisposizione di fori, tracce, cavità, tubi, ecc.	37
5.5.7	Sistemi di fissaggio e distanziatori delle casseforme	37

5.5.8	Disarmo	37
<b>6.</b>	<b>TOLLERANZE PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO</b>	<b>39</b>
6.1	Spessore della soletta	39
6.2	Elementi costruiti	39
6.3	Distorsione delle superfici piane	39
6.4	Squadratura degli elementi	40
6.5	Posizionamento in pianta	40
6.5.1	Elementi di fondazione	40
6.5.2	Elementi in elevazione (non compreso fra le fondazioni)	40
6.5.3	Tolleranza sulla posizione del bordo delle solette	41
6.6	Orizzontalità e livello degli elementi	41
6.7	Inserti nel getto	41
6.8	Verticalità degli elementi	41
6.9	Curvatura degli elementi	42
6.9.1	Elementi senza curvatura specificata esplicitamente	42
6.9.2	Elementi con curvatura specificata	42
6.10	Irregolarità nelle superfici continue a vista	42
<b>7.</b>	<b>ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA</b>	<b>43</b>
7.1	Controlli di accettazione e certificati	43
7.1.1	Prelievi e prove di accettazione in cantiere	43
7.1.2	Documentazione di accompagnamento	43
7.2	Procedimenti di saldatura	43
7.2.1	Elettrodi	44
7.2.2	Prove preliminari dei procedimenti di saldatura	44
7.2.3	Qualifica dei saldatori	44
7.2.4	Classi di saldatura	44
7.2.5	Esecuzione delle saldature	44
7.2.6	Controllo delle saldature	45
7.3	Montaggio delle strutture in acciaio	45
7.4	Parti annegate nei getti	45

<b>8.</b>	<b>MALTE DI LIVELLAMENTO E PER ANCORAGGI</b>	<b>46</b>
<b>9.</b>	<b>OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO PREFABBRICATO</b>	<b>47</b>
9.1	Normativa di riferimento	47
9.2	Oneri del produttore	47
9.2.1	Elaborati da fornire a cura del produttore	47
9.2.2	Approvazione progettazione costruttiva	48
9.3	Provenienza e qualità dei materiali	48
9.3.1	Classi del conglomerato	48
9.3.2	Acciaio - Tipologia armatura di precompressione	48
9.3.3	Sistema di qualità	49
9.3.4	Garanzie	49
9.4	Modalità di produzione e montaggio delle strutture prefabbricate	49
9.4.1	Produzione in stabilimento	49
9.4.2	Inserti e forometrie	50
9.4.3	Trasporto	50
9.4.4	Stoccaggio	51
9.4.5	Montaggio	51
9.4.6	Unioni e collegamenti	51
9.4.7	Durabilità	52
9.4.8	Deformabilità	52
9.4.9	Requisiti per i getti collaboranti	52
9.5	Tolleranze	52
9.6	Criteri di accettazione prove e collaudi	53
9.6.1	Criteri di accettazione	53
9.6.2	Prove e collaudi in stabilimento	54
9.7	Prescrizioni particolari per solai prefabbricati a tegoli TT	54
9.7.1	Descrizione	54
9.7.2	Materiali	54
9.7.3	Messa in opera	55
9.8	Prescrizioni particolari per pilastri prefabbricati misti acciaio-clc	56
9.8.1	Descrizione	56
9.8.2	Materiali	56
9.9	Prescrizioni particolari per travi prefabbricate PREM	56

9.9.1	Descrizione	56
9.9.2	Materiali	56
9.9.3	Messa in opera	57
<b>9.10</b>	<b>Prescrizioni particolari per solai a pannelli con alleggerimento in laterizio</b>	<b>57</b>
9.10.1	Descrizione	57
9.10.2	Materiali	58
9.10.3	Messa in opera	58
9.10.4	Disarmo	59
<b>9.11</b>	<b>Prescrizioni particolari di montaggio</b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b>MOVIMENTI DI TERRA</b>	<b>61</b>
<b>10.1</b>	<b>Scavi di sbancamento</b>	<b>61</b>
10.1.1	Rimozione di trovanti lapidei, residuati di fondazioni, ecc.	61
10.1.2	Trasporto di materiali di scavo	61
<b>10.2</b>	<b>Rinterri</b>	<b>62</b>
<b>10.3</b>	<b>Riempimenti di cavità</b>	<b>62</b>
<b>10.4</b>	<b>Tolleranze su scavi e rinterri</b>	<b>62</b>
<b>11.</b>	<b>TRATTAMENTO DEL TERRENO CON JET-GROUTING</b>	<b>63</b>

## Premessa

Il presente documento individua e specifica le prescrizioni fondamentali, tecniche ed esecutive che devono essere rispettate per la realizzazione delle opere relative all'esecuzione di nuovo fabbricato presso il Politecnico di Milano-Campus Bovisa adibito a laboratorio per il Dipartimento di Energia.

Il fabbricato è composto da un corpo monopiano, adibito a laboratorio, e un corpo ad uso uffici di tre piani

La presente relazione tratta della realizzazione delle seguenti strutture:

- Plinti e travi di fondazione
- Pilastrini
- Setti
- Travi e solai
- Strutture metalliche
- Opere di consolidamento del terreno

Qualunque scostamento dalle presenti prescrizioni, sia per quanto riguarda i materiali che per quanto riguarda le modalità di esecuzione delle opere, dovrà essere preventivamente concordato con la Direzione Lavori. La stessa provvederà, se necessario, all'emissione delle nuove procedure esecutive.

Il documento è strutturato nel modo seguente:

- Riferimenti (Cap. 2)
- Descrizione delle opere (Cap. 3)
- Materiali per la realizzazione delle opere (Cap. 4).

## **PARTE PRIMA – INDICAZIONI GENERALI**

### **1. Riferimenti**

#### **1.1 Documentazione di progetto**

- 1] Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti – Relazione geotecnica

#### **1.2 Norme e leggi**

- 2] Legge 5 novembre 1971 n.1086. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche.
- 3] D.P.R. 6 giugno 2001 n.380. Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- 4] D.M. 14/01/2008. Norme tecniche per le costruzioni. (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008)
- 5] Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti n.617 del 02/02/2009. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- 6] UNI EN-206-1. Calcestruzzo – Specificazioni, prestazione, produzione e conformità.
- 7] UNI 11104:2004. Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l' applicazione della EN 206-1
- 8] UNI ENV 197 Parte 1a. "Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità".



## 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il fabbricato è costituito da fondazioni superficiali, plinti o travi rovesce, di spessore 60cm, a meno della fondazione al di sotto del vano ascensore alta 40cm. Per migliorare le caratteristiche del terreno si eseguiranno delle iniezioni colonnari di jet-grouting al di sotto delle fondazioni.

Le strutture di elevazione saranno realizzate da muri e setti in c.a. resistenti alle forze verticali e orizzontali, da pilastri in c.a. in opera e pilastri prefabbricati a sezione mista acciaio-calcestruzzo progettati per resistere alle sole forze verticali.

Il solaio di copertura del laboratorio è previsto a tegoli prefabbricati tipo TT 80+10 (cappa) che appoggiano su travi prefabbricate tipo PREM 40x100h.

Il solaio del mezzanino e del primo piano degli uffici saranno realizzati da travi e solai in getto pieno o da solai in latero-cemento. Il solaio del piano mezzanino è alto 20cm mentre quello del primo 24cm.

La scala di collegamento sarà in getto pieno in opera con uno spessore variabile tra i 15 e 24cm.

La copertura degli uffici è costituito da tegoli prefabbricati tipo TT 50+10 (cappa) che appoggiano su una trave prefabbricata tipo PREM 60x120h.

Sono presenti a lato del fabbricato due pensiline realizzate con profili metallici.

Per una descrizione dettagliata delle opere si rimanda alle tavole strutturali:

PED-EH-001	PIANTA FONDAZIONI
PED-EH-002	CARPENTERIA PIANTE PIANO MEZZANINO
PED-EH-003	CARPENTERIA PIANTE PIANO PRIMO UFFICI E COPERTURA LABORATORIO
PED-EH-004	CARPENTERIA PIANTE COPERTURA PIANO UFFICI
PED-EH-005	CARPENTERIA SCALA E ASCENSORE
PED-EH-006	NOTE GENERALI, NOTE MATERIALI E PRESCRIZIONI ESECUTIVE
PED-EH-007	PIANTA SCAVI E TRACCIAMENTO PALI JET GROUTING
PED-EH-008	DETTAGLI ELEMENTI PREFABBRICATI

## **PARTE SECONDA – MATERIALI E LAVORAZIONI**

### **3. CALCESTRUZZI**

Il calcestruzzo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori qualificati e notificati alla DL, oppure da centrali di betonaggio dell'Appaltatore, anch'esse qualificate preliminarmente ai sensi di legge; preliminarmente alle operazioni di getto verrà effettuato uno studio per la progettazione del mix design da impiegare per il confezionamento del calcestruzzo. Tale studio verrà sottoposto alla DL per l'accettazione con congruo anticipo rispetto all'inizio dei getti.

Il calcestruzzo sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio e peso dei componenti, alla loro corretta miscelazione con il legante e l'acqua di impasto.

Il calcestruzzo sarà fornito a prestazione garantita e dovrà corrispondere ai requisiti di resistenza e durabilità previsti in progetto, con particolare riferimento a:

- ✓ resistenza caratteristica
- ✓ classe di esposizione, rapporto acqua/cemento, tipo e dosaggio di cemento
- ✓ classe di lavorabilità, impiego di additivi fluidificanti
- ✓ diametro massimo e caratteristiche degli aggregati.

I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare saranno sottoposti all'esame preventivo della DL per l'approvazione.

I mezzi di trasporto del conglomerato cementizio dal luogo di confezionamento a quello di impiego, saranno tali da evitare segregazione dei componenti e la perdita di lavorabilità dell'impasto.

E' comunque espressamente vietata l'aggiunta di acqua all'impasto dopo l'uscita dell'autobetoniera dall'impianto di betonaggio.

Ogni carico di conglomerato cementizio, qualora proveniente da impianti di preconfezionamento esterni ed autorizzati, sarà accompagnato da una bolla indicante:

- ✓ la data e l'ora di confezionamento
- ✓ la classe di resistenza caratteristica (Rck) del conglomerato,
- ✓ la classe, il tipo e il dosaggio di cemento,
- ✓ la classe di lavorabilità,
- ✓ il tipo di additivi impiegati,
- ✓ i requisiti relativi alla classe di esposizione,
- ✓ i metri cubi trasportati.

Le prestazioni del calcestruzzo dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN 206-1.

Per le caratteristiche di resistenza, durabilità e lavorabilità richieste si rimanda alle tavole di progetto.

#### **3.1 Classificazione caratteristiche e requisiti del calcestruzzo**

Nelle opere di conglomerato cementizio semplice o armato dovrà essere impiegato esclusivamente calcestruzzo ordinario a prestazione garantita come definito nella norma UNI EN 206-1:2006 cui il calcestruzzo deve quindi essere conforme. Nell'ambito della specifica del calcestruzzo la Norma stabilisce responsabilità tecniche per il prescrittore, il produttore e l'utilizzatore. Mentre l'utilizzatore è responsabile per il getto del calcestruzzo nelle strutture, il produttore è responsabile per la conformità del prodotto rispetto alle specifiche tecniche e del controllo di produzione. Le caratteristiche prestazionali vengono invece stabilite dal prescrittore. La Norma in particolare stabilisce che vi possono essere diverse parti che prescrivono i requisiti del calcestruzzo in diversi stadi del progetto e del processo costruttivo. Ciascuno è responsabile nel trasferire i requisiti già specificati insieme con altri requisiti addizionali alla successiva parte della catena finché si raggiunge il produttore. Le presenti Specifiche contengono i requisiti presta-

zionali richiesti dal progettista insieme ad indicazioni e suggerimenti relativi a requisiti che dovranno essere definiti dall'Appaltatore che sarà responsabile per la definizione delle miscele di conglomerato.

Il calcestruzzo indurito è classificato in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica  $R_{ck}$  oppure  $f_{ck}$ . La resistenza caratteristica  $R_{ck}$  viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato; la resistenza caratteristica  $f_{ck}$ , viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cilindri di 150 mm. di diametro e 300 mm di altezza.

La durabilità del calcestruzzo in relazione alle caratteristiche dell'ambiente viene definita con i criteri della UNI EN 206-1:2006 attraverso l'introduzione delle classi d'esposizione. La UNI 11104:2004 stabilisce inoltre per ciascuna classe il massimo rapporto a/c, la minima classe di resistenza, il minimo contenuto di cemento ed altri requisiti. Questi criteri sono comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare della intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo di cemento, si riduce il rapporto a/c, si aumenta lo spessore del copriferro. Pertanto, tenuto conto che il controllo di qualità del calcestruzzo è basato sulla resistenza caratteristica a compressione, la durabilità è tanto più alta quanto maggiore è la resistenza caratteristica.

La scelta finale del tipo di cemento sarà responsabilità dell'Appaltatore e sarà soggetta all'approvazione finale della Direzione Lavori. Va notato che in presenza di getti massivi, e prevedibile lo sviluppo di notevole calore d'idratazione per cui si ritiene opportuno l'uso di cementi del tipo CEM III/B o CEM IV/B come definiti dalla normativa vigente.

La massima dimensione degli aggregati e la classe di consistenza sono riportate sulle tavole di carpenteria e/o armatura.

Il contenuto di cloruri, espresso come percentuale di ioni cloruro rispetto alla massa di cemento, non deve superare i valori limite stabiliti dalla UNI EN 206-1:2006 in funzione del tipo di armatura adottata.

L'Appaltatore può utilizzare degli additivi previa autorizzazione della DL.

## **3.2 Materiali impiegati**

### **3.2.1 Aggregati**

Gli aggregati normali devono avere i requisiti richiesti dal D.M. 14.01.2008. Essi saranno classificati, lavati, testati e dovranno recare la marcatura CE ai sensi di legge.

Valgono i requisiti generali indicati al punto 11.2.9.2 del D.M. 14.01.2008. La sabbia dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

La ghiaia dovrà essere formata da elementi resistenti inalterabili all'aria, all'acqua ed al gelo; gli elementi dovranno essere pulitissimi, esenti da cloruri e da materie polverulente, terrose, organiche, friabili o comunque eterogenee; dovranno escludersi dall'impiego elementi a forma di ago o di piastrelle.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco, questo dovrà provenire dalla frantumazione di rocce silicee-basaltiche, porfiriche, granitiche o calcaree che presentino, in generale, i requisiti prescritti per la ghiaia di cui al precedente punto. E vietato l'impiego di pietrisco che provenga dalla frantumazione di scaglie o di residui di cave.

In genere si prevede una classe di pietrisco 12-20 mm. Ad ogni modo la dimensione massima della ghiaia o del pietrisco dovrà essere commisurata, per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra casseri ed armature.

L'impiego di classi di pietrisco di dimensioni superiori presuppone la preventiva approvazione da parte della DL. La distribuzione granulometrica degli inerti dovrà essere adeguata alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

### 3.2.2 **Acqua**

L'acqua, che dovrà essere fornita dall'Appaltatore, avrà i requisiti prescritti nel punto 11.2.9.5 del D.M. 14.01.2008.e sarà conforme alla UNI EN 1008:2003.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di controllare le caratteristiche dell'acqua, che dovrà essere limpida, incolore, inodore. Essa dovrà essere controllata per escludere presenze non ammissibili di cloruri e fosfati.

Non potranno essere impiegate acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche, da aziende di prodotti alimentari, da concerie o di altre aziende industriali. E vietato inoltre l'impiego di acque piovane.

Nella determinazione della quantità d'acqua per l'impasto dovrà essere tenuto conto anche di quella contenuta negli inerti; pertanto dovrà essere controllata l'umidità degli inerti e dedurre l'acqua risultante dalla quantità totale calcolata per l'impasto.

Dovranno essere effettuati preliminarmente i test di conformità sulle caratteristiche delle acque impiegate, tali test dovranno essere ripetuti a cadenza periodica da concordare con la DL durante i lavori.

### 3.2.3 **Cemento**

Per i cementi valgono tutte le prescrizioni della Norma UNI EN 197-1:2007. Per i test di conformità si farà riferimento alle UNI EN 196- Metodi di prova dei cementi nonché alle seguenti Norme:

- UNI 10397 Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.
- UNI EN 197-2 Cemento - Valutazione della conformità

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti alternativamente:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 25 kg. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

Come richiesto dalla Legge 26.05.1965 n. 595 (ed ai successivi D.M. del 30 agosto 1972 e del 3 giugno 1968), per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi, e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Qualora tutte le parti non fossero presenti, la campionatura dovrà avvenire alla presenza di un notaio o di un ufficiale giudiziario. Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione.

Il campione per le prove sulle calce idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

Come richiesto dalla Legge 26.05.1965 n. 595 (ed ai successivi D.M. del 30 agosto 1972 e del 3 giugno 1968) l'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- estremi del decreto.
- denominazione normalizzata del cemento composta da: a) il simbolo CEM che significa cemento rispondente alle specifiche europee; b) il tipo vale a dire I, II, III, IV o V; c) la classe di resistenza espressa in N/mm<sup>2</sup>; d) la lettera R quando sono dotati di una elevata resistenza iniziale;

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

### **3.2.4 Aggiunte**

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

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

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

### **3.2.5 Additivi**

Durante la preparazione dell'impasto possono essere utilizzati additivi allo scopo di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo.

La dosatura e, più in generale, le modalità di impiego di questi prodotti devono essere accuratamente controllate, per evitare di ottenere risultati inadeguati se non addirittura effetti negativi. L'Appaltatore deve comunque sempre ottenere l'approvazione da parte della DL.

Per qualsiasi tipo di additivo il produttore dovrà operare in conformità alle ISO 9001 e nei casi richiesti dalla Direzione Lavori egli dovrà produrre, quale specifica documentazione, la spettrografia dell'analisi a raggi infrarossi che attesti la corrispondenza del prodotto alle specifiche dichiarate in fase di adozione dell'additivo nella messa a punto del mix design approvato.

Gli additivi sono distinti e classificati dalla norma UNI EN 934-2.

### **3.2.6 Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Al fine di ottenere il corretto rapporto a/c e la adeguata lavorabilità si potranno impiegare nel calcestruzzo additivi superfluidificanti conformi alla norma UNI EN 934-2, sia per quanto riguarda le caratteristiche chimico fisiche che quelle prestazionali.

Il dosaggio degli additivi dovrà essere conforme a quello dichiarato dalle schede tecniche del produttore. Nel caso in cui una miscela richieda un dosaggio superiore a tali limiti per garantire le prestazioni richieste sino allo scarico della betoniera, si dovrà passare all'impiego di un additivo con prestazioni superiori, per evitare problemi di segregazione ed influenzare i tempi di presa del calcestruzzo.

### **3.2.7 Additivi aeranti**

In caso di conglomerati cementizi per la realizzazione di opere soggette a cicli di gelo e disgelo si potranno utilizzare specifici additivi aeranti al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni norma relative al contenuto di area occlusa.

### **3.2.8 Additivi ritardanti**

Additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della DL, nei seguenti casi:

- particolari opere che necessitino di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche.

## **3.3 Controlli in corso d'opera**

Tutti i calcestruzzi dovranno essere sottoposti a Controllo di Produzione sotto la responsabilità del produttore del calcestruzzo in accordo con la Norma UNI EN 206-1:2006. Il Controllo di Produzione include:

- scelta dei materiali
- progetto delle miscele di calcestruzzo
- produzione del calcestruzzo
- ispezioni e prove
- utilizzo delle prove effettuate sui materiali componenti, sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito e sulle apparecchiature
- ispezione dei mezzi utilizzati per il trasporto del calcestruzzo fresco
- controllo di conformità
- L'Appaltatore dovrà attrezzarsi in cantiere per il prelievo, la conservazione e le prove sul calcestruzzo per accertare in qualsiasi momento, a richiesta della Direzione Lavori, le caratteristiche di qualità e la dosatura. Il cantiere deve allestire un locale adibito a laboratorio con l'attrezzatura minima necessaria alla determinazione della consistenza (cono di Abrams); confezione dei cubetti (cubiere ed eventuale idoneo vibratore); ambiente per la corretta stagionatura dei provini. Si raccomanda inoltre di disporre di un laboratorio in zona dove svolgere le prove non ufficiali (controlli di accettazione), attrezzato anche per l'analisi del contenuto di aria nel calcestruzzo fresco (porosimetro) e massa volumica.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire qualsiasi prova sui materiali che la DL riterrà opportuno richiedere e dovrà comunque provvedere alla certificazione dei materiali impiegati presso Istituti di Prova che gli saranno indicati dalla DL.

### **3.3.1 Controlli di qualità del calcestruzzo**

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Per i controlli di conformità sui calcestruzzi valgono le disposizioni della UNI EN 206-1:2006. Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

#### **a) Studio preliminare di qualificazione**

Consiste nella verifica della qualità della miscela e dei componenti del conglomerato cementizio: aggregati (UNI 8520/2); cementi (UNI EN 197-1); acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza e rigidità. Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili. Valgono inoltre le prescrizioni della UNI EN 206-1:2006 in merito alle prove iniziali da effettuare sui materiali componenti il calcestruzzo nonché sulle apparecchiature e procedure utilizzate per il processo di produzione. La Norma stabilisce criteri, scopi e la frequenza minima di ciascun controllo.

#### **b) Controllo di accettazione (parte 11.2.5 del D.M. 14.01.2008)**

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Valgono inoltre le prescrizioni della UNI EN 206-1:2006 in merito ai controlli del processo di produzione inclusi i controlli di conformità.

c) Prove complementari (parte 11.2.2 del D.M. 14.01.2008)

Comprende tutta l'attività sperimentale che la Direzione Lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

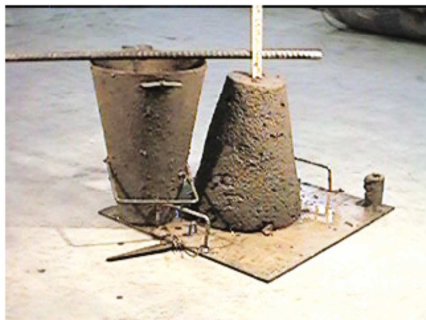
### **3.3.2 Controlli e prove sul calcestruzzo fresco**

Durante lo svolgimento delle opere saranno eseguite una serie di prove in cantiere al fine di verificare che la qualità dei materiali forniti siano corrispondenti alle prescrizioni richieste per il conglomerato cementizio fresco. Quanto di seguito elencato viene considerato meramente indicativo, essendo responsabilità del D.L. stabilire la frequenza dei controlli. La frequenza prevista é:

- 1 Prova di abbassamento al cono o Slump Test per ogni 10 betoniere che arrivano in cantiere oppure per ogni 10mc di cls da impianto di betonaggio in cantiere;
- 1 Prova di spandimento per ogni 1000 m<sup>3</sup> di getto.

La prova del cono di Abrams o slump-test (in accordo con UNI EN 12350-2:2001: Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono) ha lo scopo di valutare la plasticità, e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo. La norma UNI EN 12350-2:2001 in base all'abbassamento del cono distingue 5 classi di consistenza del calcestruzzo.





**Consistenza S1**  
slump 10 - 40 mm



**Consistenza S2**  
slump 50 - 90 mm



**Consistenza S3**  
slump 100 - 150 mm



**Consistenza S4**  
slump 160 - 210 mm



**Consistenza S5**  
slump > 220 mm

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (in mm)	Denominazione corrente	Campo di applicazione consigliato
<b>S1</b>	da 10 a 40	Umida	
<b>S2</b>	da 50 a 90	Plastica	Cordoli, fognature
<b>S3</b>	da 100 a 150	Semifluida	Scale, rampe, coperture inclinate
<b>S4</b>	da 160 a 210	Fluida	Fondazioni, pareti, pilastri, travi, solai
<b>S5</b>	oltre 220	Superfluida	Strutture sottili, solette molto armate, pavimentazioni

Misura dell'abbassamento al cono (slump test) secondo la norma UNI EN 12350-2

### 3.3.3 Controlli di accettazione del calcestruzzo

Il controllo di accettazione del calcestruzzo in cantiere viene eseguito prelevando dei cubetti di cls con spigolo pari a 150 mm. Ogni prelievo corrisponde a 2 cubetti.

Per ogni tipologia di miscela omogenea è necessario eseguire dei controlli di tipo A o B a secondo del quantitativo totale di cls che viene messo in opera; in particolare è necessario eseguire:

- Controlli di tipo A per quantitativi di miscela omogenea non superiori a 300 m<sup>3</sup>;
- Controlli di tipo B per quantitativi di miscela omogenea superiori a 1500 m<sup>3</sup>.

Un prelievo dovrà essere eseguito ogni 100 m<sup>3</sup> di cls messo in opera e comunque per ogni giorno di getto. La stagionatura dei provini deve avvenire in accordo con UNI EN 12390-2.

Il prelievo da parte dell'Appaltatore dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza e sotto il controllo della DL o di un tecnico di sua fiducia. La DL dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai Laboratori Ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia. La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale do-



vrà essere sottoscritta dalla Direzione Lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

### **3.4 Modalità di messa in opera del calcestruzzo**

#### **3.4.1 Confezionamento del calcestruzzo**

Il conglomerato cementizio adoperato per l'esecuzione di opere di qualsiasi genere, sia in fondazione sia in elevazione, dovrà essere confezionato secondo le prescrizioni della normativa vigente e comunque sempre con mezzi meccanici. Per tutti i getti a vista dovrà essere utilizzato lo stesso tipo di cemento.

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 dei lavori.

L'impianto di betonaggio, se installato in cantiere, dovrà essere di tipo centralizzato automatico o semiautomatico e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- dosaggio degli inerti e del cemento a peso, a mezzo di bilance indipendenti tra loro con tolleranza del 1% sul peso del cemento e del 5% sul peso degli inerti;
- dosaggio dell'acqua a peso oppure a volume, con tolleranza del rapporto acqua/cemento del 3% tenendo conto anche dell'umidità degli inerti;
- divisione degli inerti in almeno due classi granulometriche.

Nel caso l'Impresa dovesse avvalersi di un impianto esterno di preconfezionamento, ha l'obbligo di segnalare alla Direzione Lavori, per preventiva autorizzazione, l'impianto stesso.

E fatto comunque obbligo di servirsi di preconfezionatore certificato ai sensi della UNI EN ISO 9000. Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto deve avvenire nel più breve tempo possibile e mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiale e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo. La distanza dell'impianto di betonaggio dal cantiere non deve comunque superare i 40 km.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite d'acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere: a questo scopo si controllerà la consistenza e plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici, a giudizio della Direzione Lavori. E vietata l'aggiunta di acqua nell'autobetoniera o in cantiere durante l'esecuzione dei lavori.

Nel caso di calcestruzzo preconfezionato saranno in particolare da osservare le modalità operative di controllo previste dalla UNI EN 206-1:2006.

#### **3.4.2 Verifica armature prima del getto**

La DL ispezionerà l'armatura prima del getto del conglomerato, per verificarne la corretta posa in opera. Prima di procedere al getto del conglomerato, oltre a verificare che l'armatura corrisponda esattamente alle indicazioni di progetto, dovrà essere accertato anche che l'armatura stessa corrisponda a quanto prescritto nei riguardi delle giunzioni, dei ripiegamenti, dello sfalsamento delle interruzioni, dell'interferro, del copriferro, delle staffature, ecc. Dovrà infine essere accertato che le legature e il fissaggio delle armature siano tali da garantire l'invariabilità della posizione delle barre durante il getto, la battitura o la vibrazione del conglomerato.

#### **3.4.3 Pulizia preventiva dei casseri**

Prima di effettuare il getto dovrà essere controllata la perfetta pulizia delle pareti interne dei casseri. Una particolare cura dovrà essere rivolta, nei pilastri, al controllo ed alla pulizia del fondo, che verranno effettuati attraverso uno sportello lasciato nei casseri al piede dei pilastri stessi.

I casseri in legno, specialmente nella stagione estiva, dovranno essere moderatamente bagnati; così dicasi per ogni altro elemento suscettibile di assorbire acqua, con il quale il conglomerato dovrà venire a contatto. Prima di effettuare il getto, si dovrà verificare che non vi sia acqua o ghiaccio all'interno dei casseri.

#### **3.4.4 Sollevamento, trasporto e messa in opera del calcestruzzo**

Se per il sollevamento e il trasporto del conglomerato venisse adoperata la benna, od altro distributore meccanico, nello scarico e nella lavorazione del conglomerato nei casseri dovrà essere controllato che i componenti dell'impasto restino distribuiti omogeneamente nell'insieme evitando ogni fenomeno, anche localizzato, di segregazione.

Il calcestruzzo non dovrà essere gettato lungo un piano inclinato né in mucchi di forma conica, né ad altezze eccessive, curando che la cassaforma non venga spruzzata di malta durante l'operazione di getto. Occorre evitare che l'acqua di lavaggio delle canne o pompe vada ad interferire col getto.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà concordare con la DL tutte le modalità di realizzazione della cassaforma, della collocazione delle eventuali aste profilate per la realizzazione di scuretti e smussi, delle operazioni di getto e di disarmo al fine di ottenere i migliori risultati.

#### **3.4.5 Getto del calcestruzzo**

Nella esecuzione di tutti i calcestruzzi ma in particolare per quelli a vista, la omogeneità del conglomerato dovrà essere ben curata; il getto non potrà avvenire per caduta libera ma il calcestruzzo andrà convogliato all'interno di un tubo. Contemporaneamente al procedere del getto si dovrà provvedere all'accurata costipazione e vibratura dello stesso. Dovranno essere impiegati vibratori ad immersione cilindrici, oppure a lama nel caso ci siano ferri di armatura molto ravvicinati. In caso di utilizzo di rete di armatura, questa verrà disposta a profondità della superficie finita pari a un terzo dello spessore del solaio ed in ogni caso non maggiore di 80 mm.

Nella posa della rete si dovrà avere l'avvertenza che i pannelli non siano deformati, in modo che venga rispettato un piano di posa orizzontale, e che siano disposti cavalletti metallici di distanziamento che impediscano alla rete di affondare nel calcestruzzo. Vibratori da applicare ai casseri saranno usati solo nell'impossibilità di usare i vibratori ad immersione.

Le riprese di getto saranno di regola evitate; qualora si rendessero necessarie, tali riprese saranno preventivamente concordate con la Direzione Lavori, e saranno eseguite nelle zone di minore sollecitazione con giunti appositamente organizzati. All'atto della ripresa del getto si avrà cura di pulire perfettamente e di stendere la resina di ripresa appositamente prevista.

#### **3.4.6 Obbligatorietà di getto entro i casseri**

Salvo diversa disposizione scritta della DL, tutti i getti per strutture in conglomerato cementizio armato, ad esclusione dei diaframmi, dovranno essere effettuati esclusivamente entro casseri; pertanto è espressamente vietato per tali strutture, gettare il conglomerato contro il terreno qualunque sia la natura e la consistenza del terreno stesso.

#### **3.4.7 Getti su strutture orizzontali**

Nel getto dovrà essere evitato che il conglomerato venga sbattuto contro i casseri. Lo spessore degli strati non dovrà essere superiore a 150 mm oppure, in caso di costipamento per vibrazione, altro conveniente spessore concordato con la DL. È vietata nel modo più assoluto l'aggiunta di acqua durante l'assestamento nei casseri. La pestonatura dovrà essere effettuata in direzione normale agli strati. In ogni caso il costipamento del conglomerato dovrà essere eseguito con la massima cura ed essere proseguito fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto, sia pur minima, fino a quando in superficie si sarà formato un velo d'acqua.

#### **3.4.8 Rifinitura superficiale dei solai**

La superficie dei solai, contemporaneamente al getto, dovrà essere tirata a staggia e passata al frattazzo grosso in modo che possa essere eseguita su essa la posa successiva del massetto di sottofondo dei pavimenti senza ulteriori regolarizzazioni.

#### **3.4.9 Getti su strutture inclinate**

Quando il getto deve essere eseguito su superfici inclinate, esso dovrà essere effettuato dal basso verso l'alto posando il calcestruzzo senza generare scosse ai casseri, facendolo scorrere nella sua posizione definitiva mediante una breve vibratura.

Qualora, a giudizio della Direzione Lavori, la pendenza della struttura e/o lo spessore dello strato lo richiedano, dovrà essere disposta una casseratura coprente i vari tratti gettati e costipati, così da evitare che il calcestruzzo, scivolando verso il basso, modifichi la forma stabilità. La casseratura di copertura dovrà essere posata a piccoli tratti, seguendo il getto del calcestruzzo.

#### **3.4.10 Riprese di getto**

L'Appaltatore dovrà prevedere il programma dei getti e la disposizione dei giunti di ripresa per le fondazioni ed i solai. I dettagli costruttivi ed i materiali da utilizzarsi saranno oggetto della approvazione della DL. Le riprese dei getti non previste dal progetto dovranno essere evitate il più del possibile. Se si rendessero necessarie riprese accidentali, non previste dai disegni, esse dovranno essere eseguite, di regola, in senso pressoché normale alla direzione degli sforzi di compressione, ed escludendo le zone di massimo momento flettente.

I giunti di costruzione dovranno essere sagomati a taglio e realizzati con lamiera striata tipo "Nervometal" o equivalente per la formazione di una chiave di taglio di profondità e spessore in accordo con i dettagli strutturali. Dall'interruzione del getto dovranno fuoriuscire i ferri di ripresa per le armature, il successivo getto sarà preceduto dalla spalmatura nella superficie del giunto di apposita resina per riprese di getto tipo Eporip Mapei o prodotto equivalente approvato dalla DL, applicata con le modalità prescritte dal produttore.

Posizione e dettagli dei giunti di costruzione, non mostrati sui disegni strutturali, devono essere approvati dalla DL prima della loro realizzazione. In alternativa si potrà predisporre un apposito cassero fermagetto trattato preliminarmente con adeguato prodotto disarmante. Successivamente dopo aver rimosso il cassero, si dovrà preparare adeguatamente la superficie mediante pulitura con acqua pressurizzata senza danneggiare l'armatura. Per migliorare l'adesione tra il calcestruzzo indurito e quello fresco, si dovrà predisporre lungo le superfici di contatto un adesivo epossidico tipo Eporip Mapei o prodotto equivalente approvato dalla DL, applicato con le modalità prescritte dal produttore.

Qualora, per motivate ed impreviste evenienze, avvenissero interruzioni dei getti difformi da quanto previsto, le riprese dovranno essere preventivamente autorizzate in modo esplicito dalla DL, annotate sul giornale dei lavori ed eseguite secondo le prescrizioni della DL.

Prima dell'esecuzione dei pilastri in cemento armato, sarà cura dell'Appaltatore preparare adeguatamente il giunto alla base, in particolare le superfici di contatto dovranno essere accuratamente ripulite con acqua pressurizzata senza danneggiare l'armatura.

Per migliorare l'adesione tra il calcestruzzo vecchio e quello fresco, si dovrà predisporre lungo le superfici di contatto un adesivo epossidico tipo Eporip Mapei o prodotto equivalente approvato dalla Direzione Lavori applicato con le modalità prescritte dal produttore.

#### **3.4.11 Vibratura del calcestruzzo**

La vibratura meccanica del conglomerato deve essere sempre effettuata dall'Appaltatore prestando particolare cura quando il rapporto acqua-cemento sia inferiore a 0,45. La vibratura meccanica non potrà mai dare luogo a speciali compensi per il maggior d'impasto che la vibratura stessa impone di porre in opera.

Qualora indispensabile, l'Appaltante potrà ordinare l'impiego successivo di vibratori ad immersione e di vibratori a parete. In questo caso l'Appaltatore fisserà le norme di impiego particolari per i vibratori a parete.

L'Appaltatore dovrà eseguire prove preventive per determinare il raggio di azione dei vibratori ad immersione, e quindi le zone di conglomerato da vibrare di volta in volta, nonché la profondità di ogni singolo strato, profondità che non dovrà superare 400 mm tenendo presente che la frequenza di vibrazione e la lunghezza degli aghi deve essere in relazione alla granulometria degli inerti ed alla quantità di armature metalliche. I punti di vibratura dovranno essere disposti a maglia quadra od a quinconce con distanza compresa fra i 12/7 ed i 10/7 del raggio di azione dei vibratori.

La vibratura dovrà interessare per almeno 100 mm lo strato precedente. Nell'inserire la vibratura dovranno comunque essere evitati anche minimi spostamenti dell'armatura metallica, scegliendo opportunamente il diametro delle teste di vibrazione. Qualora le armature metalliche fossero costituite da barre molto ravvicinate, la vibratura dovrà essere eseguita mediante vibratori a lama; le lame non dovranno avere lunghezza maggiore di 200 mm e la vibratura dovrà essere condotta da personale di provata esperienza.

in modo da evitare che la lama vibri in contatto con l'armatura metallica, poiché in tal caso il conglomerato verrebbe allontanato dalle armature stesse.

I vibratorii ad immersione dovranno avere frequenza compresa tra 8000 e 12000 vibrazioni al minuto; solo nel caso di conglomerato di cemento armato precompresso la frequenza dovrà essere compresa tra 12000 e 22000 vibrazioni al minuto. I vibratorii dovranno essere immersi nel getto e ritirati lentamente così da evitare la formazione di vuoti; nei due percorsi la velocità media dovrà essere contenuta tra 8 e 10 centimetri al secondo. La profondità di ogni singolo strato dipenderà dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile e dovrà essere stabilita a seguito delle prove sopra previste. La vibratura dovrà proseguire uniformemente e senza soluzione di continuità così che l'intera massa risulti in maniera omogenea. La vibratura dovrà essere sospesa all'apparizione in superficie di un lieve strato di malta omogenea ricca d'acqua, poiché il prolungamento della vibratura oltre il necessario comporta la stratificazione dei costituenti il conglomerato. La buona esecuzione della vibratura potrà essere accertata, tra l'altro, dopo il disarmo esaminando le superfici a contatto con i casseri che non dovranno presentare vuoti e bolle dovuti a inclusione di aria o di acqua.

#### **3.4.12 Strato alla base dei getti insistenti direttamente sul terreno**

Il piano di posa delle fondazioni dovrà essere accuratamente spianato e compattato e deve essere visto ed approvato dalla DL prima del getto. Si dovrà curare di non permettere rimaneggiamenti al terreno, di allontanare le eventuali acque stagnanti e, prima delle opere di sottofondazione, si dovrà controllare che il piano non abbia subito deterioramenti soprattutto nel caso in cui lo scavo sia rimasto a lungo aperto. Il materiale non idoneo sarà rimosso e ripristinato con calcestruzzo non armato.

E' assolutamente vietato gettare il conglomerato cementizio con la base a diretto contatto con il terreno qualunque sia la natura e la consistenza del terreno stesso; pertanto tra il terreno e la superficie di base delle strutture dovrà essere interposto un massetto di spessore non inferiore a 100 mm costituito da conglomerato formato, se non altrimenti disposto, con almeno 150 kg di cemento, tipo 325 e resistente ai solfati, per metro cubo di impasto.

In corrispondenza dei salti di livello della fondazione i magroni sono da realizzarsi anche sul tratto verticale, secondo i dettagli specifici o tipici (a seconda del caso) indicati sui disegni strutturali.

#### **3.4.13 Temperatura di posa in opera del conglomerato**

Se non altrimenti disposto con particolare autorizzazione scritta dell'Appaltatore è vietato porre in opera il calcestruzzo quando la temperatura scenda al di sotto di un livello che possa dar luogo a pericolo di gelo. I getti dovranno essere eseguiti a temperatura compresa tra 0 e 35 gradi. Le strutture saranno mantenute umide fino alla sufficiente maturazione del getto.

Nel caso di temperature diurne eccezionalmente elevate l'esecuzione dei getti dovrà essere limitata alle ore più fresche del mattino e della sera. Nel caso si rendesse la necessità di eseguire i getti di calcestruzzo in presenza di temperature al di fuori dei campi sopra descritti, l'Appaltatore dovrà proporre metodologie alternative che dovranno essere comunque preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

#### **3.4.14 Controllo della temperatura per getti massivi**

Si definiscono massivi i getti relativi ad opere di spessore maggiore o uguale a 1,00m. Per i getti massivi dove è prevedibile lo sviluppo di notevole calore d'idratazione occorre evitare il rischio d'evaporazione dell'acqua nell'impasto con conseguente perdita di lavorabilità e formazione di fessurazioni in fase di stagionatura. L'Appaltatore presenterà con congruo anticipo il mix design della miscela proposta alla D.L., evidenziando le misure adottate per la riduzione dei calori di idratazione.

#### **3.4.15 Getto in periodo caldo**

Nel caso di esecuzione nel periodo caldo la limitazione della temperatura al momento del getto potrà ottenersi facendo in modo che le temperature dei singoli componenti vengano opportunamente limitate. Gli inerti non dovranno essere soggetti a insolazione diretta ma protetti e il cemento dovrà essere consegnato dalla cemeniteria con temperatura il più possibile vicina a quella ambientale.

L'Appaltatore proporrà nella Dichiarazione di Metodo (Method Statement) le misure di mitigazione delle temperature dei singoli componenti, che attuerà previa approvazione della Direzione Lavori.

Particolare cura dovrà essere posta nel coordinamento della tempistica esecutiva valutando opportunamente i tempi di trasporto dalla centrale di confezionamento, di stazionamento prima dei getti, dei tempi operativi dei getti stessi, ecc. Nella messa in opera l'altezza di getto non dovrà superare i 2 m onde evitare effetti di separazione dell'impasto con formazione di vespai, alveoli, ecc.

Preferibilmente si utilizzeranno opportuni tubi getto per il convogliamento del calcestruzzo all'interno dei casseri. Relativamente alle modalità esecutive il tubo getto sarà disposto all'interno della struttura fino quasi a toccare il fondo del getto precedente. A mano a mano che il calcestruzzo verrà pompato, il tubo-getto verrà progressivamente sollevato.

L'Appaltatore non potrà migliorare la lavorabilità dei calcestruzzi semplicemente incrementando il rapporto acqua cemento della miscela rispetto al valore approvato dalla DL.

#### **3.4.16 Disarmo**

Il disarmo non dovrà essere effettuato in corrispondenza dei picchi termici tenendo conto che la temperatura totale è data dalla temperatura di impasto sommata alla temperatura di idratazione, e comunque non prima che la differenza termica tra interno ed superficie del calcestruzzo sia inferiore o uguale a 20 °C.

Al disarmo i casseri verranno staccati di qualche centimetro dalla superficie e lasciati in tale posizione per qualche ora, per essere poi asportati. Nel periodo freddo il disarmo non potrà avvenire prima che sia raggiunta una resistenza superficiale di almeno 6 MPa.

Il disarmo deve avvenire solo quando il conglomerato ha raggiunto sufficiente resistenza per sopportare gli sforzi cui risulterà soggetto dopo il disarmo stesso. Il disarmo deve avvenire per gradi in modo da evitare urti ad azioni dinamiche in genere.

Sarà cura dell'Appaltatore procedere a regolarizzare eventuali sbavature dei getti ed a eliminare eventuali fili di ferro che dovessero sporgere dalle superfici e che servivano per legare i casseri.

Le operazioni di disarmo non potranno mai avvenire prima di 48 ore dal getto e non potranno avere inizio se non quando il conglomerato abbia raggiunto, a giudizio della DL, resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto dopo il disarmo senza deformazioni eccessive ed in sufficienti condizioni di sicurezza; ad ogni modo dovrà essere almeno quello risultante dalla seguente tabella:

- per sponde dei casseri di tutti gli elementi: 3 giorni;
- per armature di puntellazione di solette e travi: 28 giorni.

Nelle stagioni eccezionalmente contrarie alla buona maturazione del conglomerato, il tempo prescritto per il disarmo dovrà essere convenientemente aumentato. La rimozione dei sostegni dei casseri dovrà essere eseguita progressivamente, senza urti e con sforzi puramente statici. La DL effettuerà un sopralluogo prima che abbiano inizio le operazioni di disarmo.

#### **3.4.17 Stagionatura**

Nel periodo caldo tutte le superfici esposte andranno protette dall'evaporazione superficiale dell'acqua mantenendole umide per almeno 36 ore dal getto mediante nebulizzazione di acqua, con tessuto non tessuto inumidito, teli di polietilene. Nel periodo freddo la stagionatura verrà effettuata, nei termini sopra esposti, impedendo una perdita di calore elevata rispetto alle parti interne del getto ( $T_{\text{superficie}} - T_{\text{nucleo}} \leq 20^{\circ}\text{C}$ ) e contro gli effetti del gelo.

#### **3.4.18 Stagionatura e protezione - fessurazione superficiale**

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della DL, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed il ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati. I metodi di stagionatura dovranno essere compatibili con il tipo di finitura superficiale richiesto (si faccia riferimento agli elaborati del progetto architettonico).

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc. e dovranno comunque essere approvati dalla DL. Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla DL. Le fessurazioni superficiali dovute al

calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

#### **3.4.19      *Maturazione naturale***

Le strutture in conglomerato dovranno essere mantenute umide fino a sufficiente maturazione; il periodo di inaffiamento dovrà essere tale da mantenere il conglomerato nello stato di umidità favorevole alla sua presa ed indurimento così da raggiungere in opera una resistenza almeno uguale a quella dei campioni prelevati per il controllo; ad ogni modo tale periodo non dovrà essere inferiore a 10 giorni.

Le strutture dovranno essere protette dai raggi solari specialmente nella stagione estiva. Inoltre le strutture dovranno essere convenientemente protette dal vento e dalla pioggia violenta. In mancanza od insufficienza delle predette cure l'Appaltatore potrà esigere prelievi in sito per verificare la rispondenza del conglomerato in opera a quello dei campioni.

#### **3.4.20      *Divieto di passaggio sulle strutture***

Nessuna opera in conglomerato armato deve essere soggetta al passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera prima che abbia raggiunto un sufficiente grado di maturazione. E' proibito caricare o mettere in esercizio comunque le strutture che non siano ancora sufficientemente stagionate.

### **3.5      *Prescrizioni specifiche per confezionamento in cantiere***

Qualora l'impresa appaltatrice, per motivate difficoltà di organizzazione di cantiere, non sia nelle condizioni di poter approntare una stazione di betonaggio certificata e controllata o fornire in cantiere calcestruzzo preconfezionato da appositi fornitori qualificati, è necessario che sia concordata con la D.L. strutture una specifica procedura di confezionamento in cantiere mediante sacchi di materiale premiscelato o mediante impastatrice meccanica di inerti opportunamente dosati.

In entrambi i casi è necessario che il personale addetto alla preparazione sia adeguatamente istruito e rispetti in ogni fase la specifica di preparazione di cui sopra.

Preliminarmente all'inizio dei getti è necessario eseguire una campagna di prove della ricetta adottata, mediante preparazione e schiacciamento a 3, 7 e 28 giorni di almeno 6 provini di calcestruzzo per ciascuna fase di maturazione.



## 4. ACCIAIO TONDO PER C.A.

### 4.1 Acciaio per calcestruzzo armato, generalità per le armature

#### 4.1.1 Armature per calcestruzzo normale

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata si differenziano dalle barre lisce per la particolarità di forma atta ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro  $\Phi$  della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>. Le barre ad aderenza migliorata devono avere diametro:

- 6mm  $\geq \Phi \geq$  40mm per acciaio B450C;
- 5mm  $\geq \Phi \geq$  10mm per acciaio B450A.

L'uso di acciai in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a 16mm per B450C e fino a 10mm per B450A. Per assicurare la funzionalità e la durabilità delle strutture le armature dovranno essere classificate come poco sensibili agli attacchi chimici.

#### 4.1.2 Norme generali

- UNI 8926 Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.
- UNI 8927 Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.
- UNI 9120 Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.
- UNI 10622 Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.
- CNR UNI 10020 Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.
- UNI ENV 10080 Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.
- UNI ISO 10065 Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.
- UNI ISO 3766 Disegni di costruzione - Rappresentazione semplificata delle armature del calcestruzzo.
- UNI EN ISO 15630:1 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.
- D.M. 14.01.2008 – Norme tecniche per le costruzioni Circolare Ministero Infrastrutture 09.02.2009 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008

#### 4.1.3 Requisiti minimi

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. Ciascun fascio di barre deve essere chiaramente etichettato con il corrispondente numero di serie e di utilizzo programmato.

#### 4.1.4 Provenienza e qualità dei materiali

##### 4.1.4.1 Caratteristiche meccaniche e tecnologiche

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 11.3.2.10. del D.M. 14.01.2008.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Per costruzioni in zona sismica, e, comunque, quando si opera la redistribuzione delle sollecitazioni di cui al punto 4.1.1 del D.M. 14.01.2008, si indicheranno nella relazione sui materiali i limiti dei rapporti  $f_y/f_{yk}$  e  $(f_t/f_y)_{med}$  posti a base del calcolo e che dovranno essere soddisfatti dall'acciaio impiegato.

I limiti precedentemente definiti saranno controllati nello stabilimento di produzione e si riferiranno agli stessi campioni di cui alle prove di qualificazione (punto 11.3.2.10.1.2 del D.M. 9 14.01.2008).

In tali limiti  $f_y$  rappresenta il singolo valore di snervamento,  $f_{yk}$  il valore nominale di riferimento ed  $f_t$  il singolo valore della tensione di rottura.

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

#### ACCIAIO TIPO B450C

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12$ mm	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16$ mm	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25$ mm	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40$ mm	10 $\phi$	

#### ACCIAIO TIPO B450A

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10$ mm	4 $\phi$	

#### 4.1.4.2 Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

(Rif. punto 11.3.2.5 del D.M. 14.01.2008)

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. Le reti ed i tralicci devono avere fili elementari di diametro compreso tra 6 e 16 mm (per B450C) e tra 5 e 10 mm (per B450A).

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere maggiore a 0.6.



Dovrà essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione. Tale forza deve essere pari a 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>.

La distanza assiale tra i fili elementari non deve superare 330 mm. Il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.11 del D.M. 14.01.2008.

#### 4.1.4.3 Saldature

Gli acciai saldabili saranno oggetto di apposita marchiatura depositata secondo quanto indicato nel punto 11.3.2.5. del D.M. 14.01.2008, che li differenzia dagli acciai non saldabili. Per tali acciai l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito dovranno inoltre soddisfare le seguenti limitazioni:

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C <sub>eq</sub>	0,52	0,50

Il calcolo del carbonio equivalente C<sub>eq</sub> sarà effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale (punto 11.3.2.7 del D.M. 14.01.2008).

#### 4.1.4.4 Taglio e piegatura delle barre

Le armature metalliche dovranno essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni d'armatura e dovranno corrispondere alle prescrizioni della vigente normativa come integrate dall'Eurocodice EC2. E' tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita esclusivamente impiegando piegatrici meccaniche o mordiglioni manuali. Armature deviate in corrispondenza di sovrapposizioni (se presenti nei disegni strutturali) dovranno avere, nel tratto deviato, inclinazione di 1:6 rispetto al tratto rettilineo non deviato. La deviazione totale dovrà essere pari al diametro della barra + 10mm.

L'armatura non deve essere piegata o tagliata difformemente a quanto indicato nelle Schede di Piegatura Ferri, senza la previa approvazione della DL. Ciascun fascio di barre deve essere chiaramente etichettato con il corrispondente numero di serie e di utilizzo programmato.

I sistemi di continuità quali i tiranti di accoppiamento dell'armatura o barre piegate saranno sottoposti ad approvazione della DL. Le armature non devono mai rimanere esposte alle intemperie. Le armature verranno preassemblate in gabbie per facilitare e velocizzare la messa in opera. Il preassemblaggio avverrà in stabilimento o in cantiere, le gabbie saranno poi posizionate tramite sistema di sollevamento e movimentazione. Saranno aggiunte alle gabbie preassemblate delle barre di irrigidimento per consentire la stabilizzazione durante la messa in opera. Le gabbie verranno posizionate con i distanziatori già applicati (vedi punto successivo).

#### 4.1.4.5 Formazione e collocazione delle gabbie

Le armature verranno preassemblate in gabbie per facilitare e velocizzare la messa in opera. Il preassemblaggio avverrà in stabilimento o in cantiere, le gabbie saranno poi posizionate tramite sistema di sollevamento e movimentazione. Le giunzioni delle barre, si devono realizzare come da disegni di armatura. In caso di utilizzo di cassette continue sarà consentito l'utilizzo di dispositivi specifici per la ripresa dei ferri del tipo cassette Halfen HBT da sottoporre comunque alla preventiva approvazione della DL.

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione (interferro) di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 20 mm.

Il posizionamento di ciascun ferro sarà ottenuto legando con filo di ferro (tipo Cimes Gancio Rapido o equivalente) ciascun incrocio con le staffe o con le altre barre in modo da ottenere una gabbia entro la quale gli stessi non possono muoversi. Nel caso di lavorazioni particolari, per dimensioni o quantità di armature, e possibile, su indicazione della DL, procedere alla stabilizzazione delle gabbie tramite barre di irrigidimento saldate all'armatura. Le armature galvanizzate non devono essere saldate.

La gabbia sarà mantenuta in posizione all'interno dei casseri mediante opportuni distanziatori in modo che la posizione dell'armatura risulti quella indicata nei disegni. Le gabbie verranno posizionate con i distanziatori già applicati. Le giunzioni delle barre, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione e secondo le prescrizioni della normativa vigente.

La DL, a questo proposito precisa che procederà senz'altro alla sospensione dei getti ed alla demolizione di quanto già gettato quando dovesse constatare movimento o anche solo possibilità di movimento in elementi di armatura metallica e situazioni di non rispetto del copriferro minimo specificato.

Dovranno essere rimossi dai casseri tutti i residui del metallo di legatura soprattutto nei getti dove è prevista la finitura faccia a vista. A tal proposito, i casseri saranno dotati di opportuni fori per poter permettere la fuoriuscita dei materiali da rimuovere.

#### **4.1.4.6 Copriferro**

Per evitare l'affioramento delle armature sulle superfici dei getti è obbligatorio l'uso di distanziatori, capaci di resistere, senza perdere la loro funzione, alle sollecitazioni alle quali sono sottoposte durante il getto.

La superficie dell'armatura resistente più esterna (i.e. faccia esterna staffe) deve distare dalle facce esterne del conglomerato (copriferro) ad una distanza tale da consentire il livello protettivo relativamente alla classe di esposizione del calcestruzzo.

#### **4.1.4.7 Sistemi di posizionamento e collegamenti di parete**

A meno che non sia indicato diversamente nei disegni, il ricoprimento nominale in calcestruzzo deve essere conforme al D.M. 14.01.2008, punto 4.1.6.1.3.

Tutta l'armatura deve essere mantenuta nella corretta posizione in modo stabile e sicuro prima che inizi il getto. Per mantenere l'armatura in posizione corretta, definita nel progetto, sono necessari un numero sufficiente di distanziatori o supporti, essi devono essere anche capaci di sopportare i carichi agenti trasmessi dalle barre durante la costruzione, devono essere durabili, non portare alla corrosione l'armatura e non causare distacco del ricoprimento. I distanziatori utilizzati si dividono in:

- per fondazioni:
  - distanziatori in fibrocemento su fondo controterra tipo Ruredil mod. Drufa-Dreikant, 100/50 K o equivalente nel numero di  $1\text{m}/\text{m}^2$  in pianta in serie alternata
  - distanziatori in fibrocemento sul laterale controterra tipo Ruredil mod. Dux Aperto da 50mm o equivalente nel numero minimo di  $4/\text{m}^2$
- per muri, setti e pilastri:
  - distanziatori in pvc tipo Drufa-Kurz, Dux Aperto, da 30mm nella misura minima di 4 al  $\text{m}^2$
- per solai e travi:
  - distanziatori su fondo in cemento ad alta resistenza, sagomati senza filo di legatura tipo Ruredil art. 7027 spess.35mm (o equivalente) per barre fino a diametro 22mm minimo 4 al  $\text{m}^2$ .

Nel caso di platee e solette piene le armature superiori e inferiori della gabbia di armatura di fondazione devono essere mantenute in posizione tramite appositi cavallotti. Essi saranno nel numero minimo di  $2\Phi 16 / \text{m}^2$ . Devono disporsi barre di collegamento, spilli tra le armature parallele dei muri nella misura minima di  $6 - 9 / \text{m}^2$ .

I ferri d'armatura vanno tenuti insieme con graffette in acciaio speciale ad alta resistenza tipo Cimes Gancio Rapido (o equivalente).

Tutti gli incroci fra le barre del perimetro dei pannelli di armatura preassemblati devono essere legati. Gli incroci legati non devono essere distanti più di 50 diametri della barra di dimensione minima legata, disponendoli anche in modo alternato, nelle fondazioni, nei solai e nelle travi la densità e tale da fornire una portata di 100kg in ogni punto su ogni barra della gabbia di armatura

L'armatura non deve essere saldata, salvo approvazione della DL. Le armature galvanizzate non devono essere saldate.

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

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione. La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- Sovrapposizione
- Saldature
- giunzioni meccaniche

di cui al punto 4.1.6.1.4 del D.M. 14.01.2008.

#### **4.1.4.9            *Criteri di accettazione per le armature***

##### **4.1.4.9.1            *Controlli sulle barre di armatura***

Non saranno ammesse barre d'armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possono ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

I controlli sulle barre di armatura si effettueranno secondo quanto disposto dai punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del D.M. 14.01.2008 ed in accordo con UNI EN 15360 e UNI ENV 10080.

##### **4.1.4.9.2            *Prove preliminari su tondi in acciaio***

Come per le opere in conglomerato, anche le prove preliminari sui tondi di acciaio dovranno essere effettuate con opportuno anticipo rispetto all'inizio dell'esecuzione delle strutture.

##### **4.1.4.9.3            *Prelievo dei tondi in acciaio***

Il prelievo dei tondi in acciaio e le prove dovranno essere effettuati secondo le prescrizioni delle norme relative. Si precisa che la DL potrà disporre il prelievo dei tondi ad ogni arrivo in cantiere di ciascuna partita di acciaio, prescindendo dall'entità della partita stessa.

##### **4.1.4.9.4            *Certificati del produttore***

Dovranno essere esibiti i certificati di produzione per ogni partita di fornitura.

##### **4.1.4.9.5            *Modalità di prelievo e metodi di prova***

Occorre fare riferimento al D.M. 14.01.2008. Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma UNI ENV 10080, salvo quanto stabilito ai punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 dello stesso D.M. 14.01.2008, per quanto riguarda la determinazione dei valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$  e l'allungamento  $Agt$ .

##### **4.1.4.9.6            *Controlli in stabilimento***

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del D.M. 14.01.2008. Queste prevedono che i valori  $f_y$ ,  $f_t$  e  $Agt$  e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato D.M. 14.01.2008.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate da una copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

#### 4.1.4.9.7 *Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre*

I controlli 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. 14.01.2008 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.

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal produttore, la DL disporrà la ripetizione della prova su tre ulteriori campioni diametro nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, 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 di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 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 DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini e 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 e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Per ulteriori informazioni sui controlli di accettazione in cantiere e sui certificati emessi dai laboratori, si fa riferimento al punto 11.3.2.10.4 del D.M. 14.01.2008.

#### 4.1.4.9.8 *Marchiatura per identificazione*

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità di cui al punto 11.3.1.4 del D.M. 14.01.2008.

#### 4.1.4.9.9 *Rilevazione del copriferro, posizione e diametro dei ferri*

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Gli elementi strutturali devono essere verificati allo stato limite di fessurazione secondo il punto 4.1.2.2.4 del D.M. 14.01.2008.

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

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

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

L'eventuale rilevazione dei ferri d'armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione. Il valore del copriferro è stimato in funzione dell'entità dell'assorbimento elettromagnetico mediante la lettura di un apposito diagramma di correlazione, in dotazione allo strumen-

to, noto di già il diametro della barra d'acciaio o determinandolo come appresso. Per maggiore sicurezza e consigliabile ripetere la prova utilizzando un altro spessore. La precisione della tecnica è stimata in circa 10%.

## 5. CASSERI

Le casserature per i getti in calcestruzzo dovranno garantire una superficie dei manufatti il più possibile uniforme.

Dovranno pertanto essere utilizzate casserature metalliche, o a pannelli multistrato o con sottomisure piallate e parallele.

Le giunzioni dei vari pannelli del cassero, dovranno essere particolarmente curate, al fine di garantire una continuità della superficie, conforme al progetto.

La superficie del cassero dovrà essere preventivamente pulita e preparata con adeguati disarmanti.

Si utilizzeranno casseforme di qualsiasi forma, modulari o non, in legno o metallo, per getti in opera di calcestruzzo, con caratteristiche tali da ottenere calcestruzzi compatti, con omogeneità e planarità delle superfici e di colore uniforme. Si dovranno comunque rispettare tutte le eventuali prescrizioni imposte all'Appaltatore dalla ditta produttrice. Quando non espressamente indicato a progetto, tutti i calcestruzzi da armare, anche debolmente, dovranno essere gettati entro casseforme; i calcestruzzi potranno essere gettati senza l'ausilio di casseri nei soli casi concordati con la Direzione Lavori.

Le casseforme saranno realizzate sufficientemente robuste, ben collegate tra loro ed irrigidite in maniera tale da evitare spanciamenti e distacchi delle stesse durante il getto e la costipazione tramite vibratura.

Un accurato studio dovrà essere riposto alle fasi di montaggio e disarmo delle casseforme; tali casseforme dovranno essere idonee a sopportare il peso proprio delle strutture da gettare, il carico del personale e di tutte le attrezzature e mezzi mobili e fissi da adibire al getto e di tutti gli altri carichi o spinte (azione del vento, carico della neve, ecc.).

Le superfici del rivestimento a contatto con il getto dovranno essere opportunamente trattate in maniera da facilitare le operazioni di distacco e di disarmo; il segno di eventuali riprese di getto dovrà essere evitato fissando sulle casseforme dei regoli di legno o altri idonei dispositivi che marchino la linea di separazione tra due getti successivi.

Le zone di contatto tra strutture verticali ed orizzontali dovranno essere provviste di appositi scuretti.

I ribassini dei gocciolatoi dovranno essere separati da scuretti e realizzati mediante l'applicazione alle casseforme di regoli di idoneo materiale e sezione come da progetto.

Al fine di indurre la fessurazione da ritiro del calcestruzzo in sezioni prestabilite è necessario in muri o setti di calcestruzzo posizionare appositi scuretti verticali ogni 5-6 metri max di getto orizzontale.

Gli spigoli all'interno della cassaforma per travi, pilastri e murature verticali, saranno tagliati a 45° con listelli in PVC o altro materiale approvato dalla Direzione Lavori, a sezione triangolare da 15 mm di lato fissati saldamente alle casseforme.

Ove necessario la tenuta ermetica delle casseforme in corrispondenza dei giunti di ripresa e fra i moduli di cassaforma, dovrà essere assicurata con l'adozione di listelli, stuccature e rabbocchi esterni, specialmente nei punti di ripresa a spicco da strutture già eseguite, al fine di evitare fughe di matrice cementizia causa di vespai alla base dei getti. In corrispondenza delle riprese per le strutture verticali è necessario che la superficie di ripresa del getto già eseguito sia opportunamente livellata per poter fornire adeguata planarità al posizionamento delle casseforme per i getti verticali successivi.

### 5.1 Requisiti generali

a) Per il rivestimento delle casseforme in tavole in legno o pannelli con impronte in tavole devono essere sempre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Dovranno essere utilizzate tavole di legno aventi caratteristiche tali da garantire una superficie dei getti completamente regolare, priva di imperfezioni, dentelli, rientri o risalti.

- Particolare cura dovrà essere riposta al fine di ottenere una perfetta unione tra le tavole in maniera da evitare dispersione delle componenti più liquide dei getti.
- Le tavole dovranno avere le stesse dimensioni tra loro, se non diversamente autorizzato dalla D.L.

b) Per le casseforme con rivestimento metallico devono essere sempre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Saranno utilizzate in alternativa ai casseri con rivestimento in legno a discrezione dell'Impresa previa autorizzazione della Direzione Lavori.
- Dovranno essere costituite da elementi metallici regolari e non deformati, disposti a moduli costanti, con giunzioni uniformemente posizionate.
- Ove necessario la tenuta delle diverse unità di cassaforma dovrà essere assicurata mediante l'utilizzo di guarnizioni o mastici.

#### **5.1.1 Getti a vista**

Per i calcestruzzi faccia a vista i casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo vengono utilizzate apposite matrici. Per questo tipo di getti, i disarmanti non devono creare macchie sulla superficie in vista del conglomerato cementizio. I disarmanti inoltre, qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, devono anche non alterare il colore.

Per indicazioni delle parti a vista si rimanda al progetto architettonico.

### **5.2 Casseforme per getti verticali**

- a) Le passerelle di servizio, le scale di accesso e le gabbie di protezione dovranno essere scelte e progettate in modo opportuno nel rispetto della logistica di cantiere.
- b) Il pannello di rivestimento della cassaforma dovrà essere di spessore, dimensione e qualità atta ad ottenere la classe di finitura superficiale del calcestruzzo richiesta in progetto, oltre che la resistenza necessaria a sopportare le pressioni del getto con deformazioni contenute secondo quanto indicato al successivo punto e).
- c) È prescritta una freccia di inflessione massima inferiore a 1/650 della luce fra gli appoggi del pannello di rivestimento della cassaforma.
- d) È da prevedere un utilizzo dei pannelli di rivestimento di circa 30-40 reimpieghi affinché si possano costantemente ottenere finiture dirette, di alto livello qualitativo, d'aspetto liscio, di colore uniforme.
- e) Nella realizzazione dell'elevazione delle pareti, in calcestruzzo autocompattante o normale, dovranno essere soddisfatti i requisiti più alti relativi alla planarità (rif. norma DIN 18202 o EN 151113-1; sui requisiti e tolleranze generali sulle dimensioni lineari ed angolari delle opere strutturali in c.a. si deve fare riferimento a quanto prescritto in progetto; sui requisiti e sui difetti si deve fare riferimento al
- f) rispondente ad esigenze più severe dal punto di vista estetico.
- g) Il getto del calcestruzzo all'interno del cassero dei pilastri dovrà avvenire in modo continuativo al fine di evitare la predisposizione di scuretti intermedi e visibili riprese di getto.

### **5.3 Casseforme per getti orizzontali**

- a) Le casseforme potranno essere eseguite con una sovrastruttura e una sottostruttura costituita da puntellazioni o sistemi di puntellamento.



- b) I pannelli di rivestimento dovranno essere appoggiati trasversalmente sulle travi d'orditura secondarie.
- c) La freccia massima di inflessione del pannello di rivestimento dovrà essere limitata a 1/500 della luce fra gli appoggi.
- d) Il pannello di rivestimento della cassaforma dovrà essere di spessore, dimensione e qualità atta ad ottenere la classe di finitura superficiale del calcestruzzo richiesta in progetto.
- e) La freccia massima di inflessione delle travi primarie e secondarie dovrà essere limitata a 1/500 della luce fra gli appoggi.
- f) Il produttore delle travi d'orditura prescelto dall'Appaltatore dovrà fornire:
  - Il numero di omologazione della trave d'orditura;
  - La data del rilascio dell'omologazione;
  - La data scadenza dell'omologazione;
  - Le resistenze e i valori delle travi d'orditura in legno.

## 5.4 Puntellazione

- a) La tipologia, la disposizione e il numero di puntelli devono essere opportunamente scelti sulla base della valutazione dei carichi agenti su di essi nelle varie fasi della costruzione e per tutta la durata prevista della puntellazione. Particolare attenzione sarà rivolta alla valutazione della stabilità dei puntelli, anche nei riguardi del carico di punta, soprattutto nella fase di getto.
- b) Come minimo occorre mantenere il 100% dei puntelli per il piano in fase di getto e quello immediatamente successivo, i 2/3 dei puntelli sul secondo piano successivo e 1/3 dei puntelli sul terzo piano successivo. Mantenere comunque il 100% dei puntelli dove specificatamente indicato nei documenti di progetto.
- c) L'Appaltatore dovrà presentare preventivamente la documentazione tecnica della società produttrice degli elementi di puntellazione e d'orditura per ottenere l'approvazione per l'impiego dalla Direzione Lavori.
- d) Dovrà essere a disposizione della Direzione Lavori un progetto dell'attrezzatura provvisoria di sostegno dove dovranno essere riportati i criteri di dimensionamento e le verifiche della struttura provvisoria di puntellazione, delle orditure e dei relativi controventi che compongono la carpenteria di sostegno dei solai.

## 5.5 Esecuzione

### 5.5.1 Modalità

- a) L'Appaltatore sottoporrà preventivamente all'approvazione della Direzione Lavori le tipologie di casseforme ed impalcature, come pure le modalità esecutive, che intende adottare, fermo restando l'esclusiva responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione, l'esecuzione di tali attrezzature provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di buona tecnica, alle leggi alle circolari ministeriali comprensive dei relativi allegati tecnici per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni che comunque possono riguardarle.
- b) L'Appaltatore, a corredo dell'offerta, è tenuto a comunicare per iscritto i nominativi delle Società produttrici di casseforme ed impalcature di sostegno prescelte.
- c) Le casseforme e le impalcature dovranno essere atte a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.



- d) La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi del progetto esecutivo ed alle eventuali prescrizioni aggiuntive. Il progetto delle attrezzature provvisorie dovrà tenere conto delle prescrizioni richieste relative alle finiture superficiali del calcestruzzo, in modo particolare della tessitura superficiale del calcestruzzo, delle tolleranze e degli eventuali difetti di finitura del calcestruzzo.
- e) Le casseforme e i puntellamenti devono essere concepiti per:
- dare al calcestruzzo la forma richiesta;
  - permettere di ottenere la finitura e l'aspetto superficiale richiesto;
  - supportare la struttura fino a quando questa diventi autoportante.
- f) Le casseforme e i puntellamenti devono essere progettati e realizzati in modo da:
- sopportare effettivamente le sollecitazioni applicate durante l'esecuzione delle opere;
  - lasciare alle strutture la libertà di deformazione eventualmente necessaria in corso d'esecuzione;
  - rispettare le tolleranze dimensionali prescritte per le strutture.
- g) Per i getti in quota di muri, pilastri e solai prevedere specifica attrezzatura a braccio articolato per la distribuzione del calcestruzzo pompato nei casseri.
- h) In ogni caso le modalità di getto, le attrezzature ed i sistemi di cassetta dovranno essere stabilite ed ottimizzate in modo tale da minimizzare le tempistiche esecutive; in particolare i sistemi di cassetta dovranno essere scelti con riguardo all'esigenza di ridurre quanto possibile il numero di tiri con la gru di cantiere per il sollevamento e lo spostamento delle casseforme. Per quanto riguarda le casseforme dei nuclei scala e ascensori potrà anche essere considerata la soluzione di traslazione in verticale tramite martinetti oleodinamici.

### **5.5.2 Redazione del progetto delle casseforme e dei puntellamenti**

- a) La resistenza e la stabilità delle casseforme e del puntellamento sotto le azioni che queste possono sopportare in esercizio devono essere verificate seguendo i criteri di calcolo da applicare alla tipologia di materiali da cui sono costituiti. Si devono applicare metodi di calcolo comprovati, con coefficienti di sicurezza adeguati all'effettiva conoscenza dei parametri in gioco come pure al loro grado d'indeterminatezza.
- b) L'Appaltatore deve produrre preventivamente all'approvazione della Direzione Lavori la seguente documentazione tecnica:
- programma dettagliato dei cicli di costruzione;
  - pianificazione operativa delle attrezzature provvisorie;
  - relazione tecnica corredata dal calcolo delle attrezzature provvisorie in funzione dei carichi;
  - disegni d'assieme d'impiego delle casseforme e delle impalcature.
  - istruzioni specifiche, opportunamente illustrate, per la corretta messa in opera, impiego e il corretto smontaggio delle attrezzature provvisorie;
- c) I disegni d'assieme d'impiego delle casseforme per getti verticali devono riportare:
- le condizioni d'appoggio della cassaforma che devono essere compatibili con la stabilità della cassaforma stessa, con le necessarie caratteristiche di resistenza del calcestruzzo e con quella del piano d'appoggio;
  - le disposizioni che assicurano la stabilità della cassaforma nelle tre dimensioni dello spazio;
  - le disposizioni da rispettare per il sollevamento, la movimentazione, la messa in opera e il disarmo delle casseforme;
  - le tolleranze d'esecuzione delle casseforme.

- d) Le casseforme per getti verticali devono assicurare la corretta forma geometrica definitiva delle opere, in relazione alla deformazione delle casseforme, alle deformazioni istantanee e ritardate, dovute a cause differenti.
- e) I disegni d'assieme delle casseforme per getti orizzontali devono riportare:
- le condizioni d'appoggio dei montanti strutturali del puntellamento che devono essere compatibili con la propria stabilità e con quella del piano d'appoggio;
  - le disposizioni che assicurano la controventatura nelle tre dimensioni dello spazio;
  - le disposizioni da rispettare per il sollevamento, la movimentazione, la messa in opera e il disarmo delle casseforme ed impalcature degli impalcati;
  - le controfrecce, le tolleranze d'esecuzione delle casseforme e delle impalcature di sostegno che costituiscono la carpenteria degli impalcati.
- f) Le deformazioni delle casseforme e dei puntellamenti delle carpenterie per getti orizzontali devono essere compatibili con le tolleranze ammesse per l'esecuzione dell'opera e devono essere tali da non comprometterne il comportamento in esercizio.
- g) Le deformazioni ammissibili devono essere giustificate tramite una relazione di calcolo da prodursi unitamente alla relazione tecnica.
- h) Le casseforme e i puntellamenti per le carpenterie degli impalcati dei solai devono rispettare le controfrecce, eventualmente necessarie, definite dal progetto strutturale per assicurare la corretta forma geometrica definitiva delle opere, in relazione alla deformazione delle casseforme, delle impalcature o puntellamenti ed alle deformazioni istantanee e ritardate dell'elemento strutturale, dovute a cause differenti.
- i) Nella relazione tecnica devono essere messe in evidenza le disposizioni per il controllo delle deformazioni e dei cedimenti in funzione delle procedure d'applicazione dei carichi sulle attrezzature provvisionali.
- j) Le attrezzature provvisionali devono essere compatibili con le modalità dei cicli di costruzione, delle fasi di getto, della messa in opera delle stesse e della costipazione, mediante vibrazione ad immersione per il calcestruzzo normale, qualora previsto.
- k) Le casseforme dovranno essere realizzate affinché non agiscano in modo staticamente scorretto sulle strutture alle quali sono ancorate o appoggiate e in modo da permettere il ritiro del calcestruzzo e un facile disarmo.
- l) Le casseforme per getti verticali e orizzontali dovranno essere concepite in modo da permettere un disarmo corretto senza danni per il calcestruzzo.
- m) L'impalcatura di sostegno dovrà essere realizzata affinché non agisca in modo staticamente scorretto sulle strutture sottostanti.
- n) I dispositivi d'ancoraggio della cassaforma, qualora attraversino o siano inglobati nel calcestruzzo, non devono causare a quest'ultimo danno alcuno.
- o) La progettazione delle casseforme deve tener conto della necessità di evitare durante la fase di getto perdite dannose di matrice cementizia.
- p) L'impermeabilità dei giunti fra le unità di cassaforma deve essere assicurata dal contatto corretto dei bordi del pannello di rivestimento della cassaforma.
- q) Salve diverse disposizioni impartite dalla Direzione Lavori, fra i giunti delle unità delle casseforme o fra i singoli pannelli di rivestimento delle stesse, per assicurare impermeabilità all'acqua e cemento, si devono impiegare strisce di poliuretano a cellule aperte compresse. In alternativa, per evitare perdite d'acqua o cemento, i giunti dei singoli pannelli di rivestimento dell'unità di cassaforma dovranno essere realizzati con i bordi del pannello di rivestimento scanalati con inserita un'apposita linguetta.
- r) Non è consentito l'uso di nastro adesivo protettivo in corrispondenza dei giunti dei singoli pannelli di rivestimento della cassaforma a contatto con il calcestruzzo.

- s) La metodologia di spostamento e/o di sollevamento delle attrezzature provvisorie dovrà consentire, se richiesto dalle modalità operative del ciclo di costruzione, di utilizzare le casseforme integrate in modo solidale da componenti per operare in sicurezza ed in unione con i sistemi di ripresa e di puntellamento, in modo da poter essere movimentabili in senso verticale od orizzontale come un'unica unità di cassaforma con una sola operazione di spostamento e/o di sollevamento.
- t) Il sistema di stabilizzazione dovrà garantire alle casseforme verticali la massima stabilità e sicurezza in tutte le fasi di lavoro a qualsiasi altezza.
- u) Non è ammesso l'utilizzo d'attrezzature provvisorie di servizio (vedesi ponteggio) per realizzare superfici praticabili a servizio della cassaforma.
- v) Le casseforme dovranno essere dimensionate in modo tale da minimizzare le deformazioni delle stesse per sopportare correttamente le sollecitazioni dovute alla vibrazione del calcestruzzo normale e alle spinte idrauliche. I pannelli di rivestimento della cassaforma dovranno avere una rigidità sufficiente e uniforme per evitare frecce sul rivestimento della cassaforma stessa. La responsabilità statica della corretta costruzione delle casseforme è totalmente a carico dell'Appaltatore.
- w) Le casseforme dovranno essere equipaggiate ed integrate da componenti per operare in sicurezza.

### **5.5.3 Messa in opera**

- a) La geometria delle casseforme dovrà essere conforme ai particolari costruttivi e dimensionali del progetto ed alle eventuali prescrizioni aggiuntive.
- b) In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani d'appoggio delle casseforme verticali di contenimento.
- c) Prima del getto le casseforme in legname debbono essere bagnate; quelle in pannellature metalliche debbono essere trattate con idoneo prodotto disarmante, preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori.
- d) I prodotti disarmanti verranno concordati sulla base del tipo di finitura superficiale richiesta nei documenti di progetto.
- e) Le casseforme dovranno essere dimensionate e montate in opera in modo da sopportare la combinazione più sfavorevole di:
  - peso totale di casseforme, armatura e cls;
  - carichi di lavoro, compresi gli effetti dinamici della posa e della compattazione del cls, del traffico di personale e mezzi d'opera.
- f) Le casseforme degli elementi inflessi saranno montate in opera con le contro-frecce che dovrà precisare la D.L.
- g) In fase di montaggio delle casseforme si dovranno inserire gli inserti previsti in progetto o prevedere cassette per riceverli, in accordo con la forometria dei progetti architettonico e degli impianti.
- h) Le barre distanziatrici poste fra i casseri delle murature in vista dovranno essere del tipo con guaina a perdere in plastica, e saranno posizionate con passo costante da concordare con il Progettista.
- i) I fori risultanti a scassatura avvenuta saranno sigillati con appositi tappi in plastica da forzare negli stessi.
- j) Nel caso non sia ammessa la guaina a perdere l'Appaltatore dovrà adottare distanziali a perdere tipo barre Widman o piattine da lasciare annegate nel getto o parzialmente recuperabili.
- k) In tale ultimo caso si dovranno sigillare i due vani con conglomerato identico a quello del getto.
- l) In particolare per le casseforme in legno l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti particolari prescrizioni:

- non alternare fra loro, in uno stesso getto, tavole nuove e tavole precedentemente utilizzate, tenuto conto del diverso grado di assorbimento;
- bagnare le casseforme prima del getto al fine di evitare la contrazione delle stesse a seguito del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento;
- ribattere e stuccare le teste dei chiodi di assemblaggio delle tavole affinché non vengano a contatto col calcestruzzo in fase di getto.

#### **5.5.4 Pulizia e trattamenti superficiali**

- a) Le casseforme devono essere di materiale idoneo in modo da ottenere calcestruzzi con superfici lisce ed uniformi, con modulo costante di ricorrenza delle giunzioni.
- b) Le casseforme dovranno essere pulite e prive d'elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della finitura superficiale del calcestruzzo indurito.
- c) L'impiego di disarmanti è subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore del calcestruzzo. Qualora fossero impiegati per le casseforme rivestimenti impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà far uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata.
- d) La superficie del calcestruzzo faccia a vista dovrà avere le seguenti caratteristiche:
  - essere perfettamente liscia ed uniforme, senza rugosità, fessure, buchi, "nidi" di ghiaia superficiale ("vespai");
  - avere spigoli smussati a 45°;
  - avere colore uniforme grigio cemento senza macchie di disarmante o altro.
- e) Tutte le superfici interne dei casseri di elementi strutturali, che a scassatura avvenuta rimarranno in vista, dovranno essere trattate con specifici elementi disarmanti (oli puri con aggiunta di attivanti superficiali - emulsioni cremose di acqua in olio con attivanti) da sottoporre all'approvazione del D.L.
- f) In ogni caso dovranno essere rispettate le prescrizioni riportate sulla scheda tecnica del prodotto disarmante.
- g) In ogni caso, tale approvazione non sminuirà o annullerà in alcun modo la responsabilità dell'Appaltatore, nel caso di getti in vista dal risultato insoddisfacente rispetto a quanto precisato nella presente scheda tecnica.
- h) I prodotti disarmanti dovranno essere applicati, in modo uniforme, dall'alto verso il basso e per ultimo sui fondi, impiegando il minimo quantitativo sufficiente ad ottenere un buon distacco ed evitando altresì la formazione di grumi.
- i) In fase di applicazione i prodotti disarmanti non dovranno mai venire in contatto con le armature, con il calcestruzzo già indurito o con altri materiali non costituenti superficie interna delle casseforme.
- j) Su tutte le casseforme di una medesima struttura si dovrà utilizzare lo stesso prodotto disarmante.
- k) Dovranno essere comunque rispettate eventuali ulteriori indicazioni rappresentate nei documenti progettuali.

#### **5.5.5 Giunti, riprese di getto, scuretti**

- a) I giunti delle casseforme dovranno essere realizzati in modo da evitare la fuoriuscita di matrice cementizia, imperfezioni o sbavature dei giunti non solo tra le unità modulari che costituiscono la cassaforma, ma anche attraverso i giunti verticali ed orizzontali degli stessi pannelli di rivestimento.

- b) I giunti tra le unità della cassaforma saranno realizzati in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo delle attrezzature provvisorie. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.
- c) Nel caso in cui nei documenti di progetto o su richiesta della D.L. si evidenzia la necessità di posizionamento nelle riprese di getto di marcatori lineari in PVC o legno, questi dovranno essere posizionati in modo che la linea di ripresa coincida con la loro mezzera.
- d) Se non espressamente indicato nei documenti di progetto tutti gli smussi degli angoli delle strutture dovranno essere eseguiti a 45° con lati di 15 mm.

#### **5.5.6 Predisposizione di fori, tracce, cavità, tubi, ecc.**

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso d'esecuzione tutta la forometria, tracce, cavità, incasature e tubature varie previste nei documenti di progetto. Particolare riguardo dovrà essere posto al corretto fissaggio degli inserti metallici e di rispetto delle tolleranze di posizionamento degli stessi sia in fase di preparazione sia in fase di getto.

#### **5.5.7 Sistemi di fissaggio e distanziatori delle casseforme**

- a) I fori per il passaggio dei dispositivi di collegamento delle casseforme, che attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo e se sono destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio dovranno essere sigillati in entrambe le estremità con tappi a tenuta di plastica o di cemento. I fori per il passaggio dei tiranti di collegamento tra i paramenti contrapposti delle casseforme verticali dovranno essere posizionati con simmetria in conformità a quanto indicato nel progetto esecutivo delle casseforme, o in assenza, disposti dopo preventiva approvazione della Direzione Lavori, impiegando tiranti per casseforme liberi di scorrere entro tubi di PVC o di cemento: questi materiali sono destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio. E' vietato l'utilizzo di fili o fascette d'acciaio inglobati nel getto, non è ammesso l'uso di distanziatori di legno o metallici. Sarà ammesso in superficie l'affioramento di terminali, non deformabili, d'appoggio di plastica o l'affioramento di terminali dei tubi di cemento per distanziare le casseforme di dimensioni approvate dalla Direzione Lavori.
- b) Per evitare l'affioramento del ferro d'armatura sulle superfici del calcestruzzo dovranno essere predisposti idonei distanziatori in plastica, ma ovunque possibile dovranno essere usati quelli in malta cementizia. Nel caso di distanziatori di gabbie d'armatura per elementi orizzontali, questi dovranno essere di sufficiente robustezza atti al sostegno del peso della gabbia d'armatura. La superficie dei distanziatori a contatto con il paramento della cassaforma dovrà essere la minima possibile. L'altezza dei distanziatori dovrà essere tale da garantire il copriferro previsto nel progetto.

#### **5.5.8 Disarmo**

- a) Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme quando sarà stata raggiunta la resistenza del calcestruzzo prescritta dal progettista delle strutture. Il disarmo dovrà essere effettuato conformemente ai cicli di getto previsti dal progetto, senza scosse e con forze puramente statiche, solo quando la maturazione del calcestruzzo sia sufficiente per la realizzazione dei cicli successivi di getto.
- b) Per rimuovere le casseforme delle pareti si dovranno rispettare i tempi di maturazione necessarie per le opere che esse sostengono e per quelle sulle quali prendono appoggio.
- c) Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute non tollerabili dalla Direzione Lavori dovranno essere asportate mediante bocciardatura; immediatamente dopo il disarmo; i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia tissotropica a ritiro compensato, mantenuta protetta ed umida per almeno 48 ore. Dopo il disarmo delle casseforme dovranno essere adottati inoltre provvedimenti onde evitare la rapida essiccazione delle superfici e il loro brusco raffreddamento.

- d) I tempi di disarmo saranno comunque definiti dalla Direzione Lavori sulla base delle esigenze progettuali e costruttive.
- e) In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato, ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, è opportuno rispettare i seguenti tempi minimi di disarmo e precisamente:
  - sponde di casseri di travi e pilastri 3 giorni
  - puntelli e centine di travi, archi e volte 28 gg
  - strutture a sbalzo 28 gg
- f) In periodi di gelo o di tempo freddo, l'Appaltatore dovrà prolungare la permanenza in opera delle casseforme oltre i tempi

## 6. Tolleranze per strutture in calcestruzzo

Le strutture di calcestruzzo armato dovrà rispettare le tolleranze stabilite in questa sezione. In mancanza di una guida UNI sulle tolleranze ammesse per gli edifici, i valori sotto riportati si basano sui dati delle specifiche dell'UK National Structural Concrete Specification for Building Construction (NSCS), parte 1, 3a edizione, 2004. Le tolleranze illustrate nella sezione sotto NON sono cumulative.

### 6.1 Spessore della soletta

Tolleranze ammissibili (d) delle solette con spessore (t) devono seguire i dati seguenti:

Spessore (t) d (mm)	Spessore (t) d (mm)
Fino a 150 mm incluso	0/+6
Da 150mm incluso fino a 600mm	0/+10
Da 600mm incluso fino a 1m	0/+15
Oltre 1m	0/+20

### 6.2 Elementi costruiti

Le misure lineari degli elementi costruiti, includendo i fori e la distanza tra il lato di ciascun elemento costruito, devono rispettare i seguenti valori (dove L è la lunghezza, altezza o larghezza dell'elemento, foro o distanza tra i lati della direzione presa in considerazione).

L (mm)	D (mm)
Fino a /ed incluso 600 mm	8
Più di 600mm incluso fino a 1.5m	10
Più di 1.5m incluso fino a 8m	15
Più di 8m incluso fino a 15m	20
Più di 15m incluso fino a 30m	30
Più di 30m	30+1mm per ogni m in eccedenza a 30m

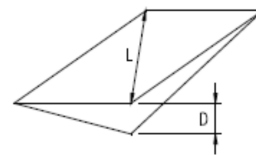


### 6.3 Distorsione delle superfici piane

La distanza di qualsiasi spigolo di una superficie piana contenente altri 3 spigoli deve seguire i seguenti dati:

L (mm)	D (mm)
Fino a /ed incluso 600 mm	6
Più di 600mm incluso fino a 3m	10
Più di 3m incluso fino a 8m	15
Più di 8m	20+2mm ogni m in ecce-

	denza gli 8m
--	--------------

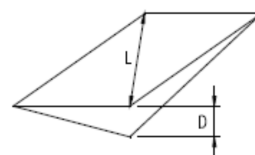


Isometric View

## 6.4 Squadatura degli elementi

Tolleranze ammissibili sulle squadature devono seguire i seguenti dati:

L (mm)	D (mm)
Fino a /ed incluso 600 mm	6
Più di 600mm incluso fino a 2m	10
Più di 3m incluso fino a 4m	15
Più di 4m	20+1mm ogni m in eccedenza i 4m

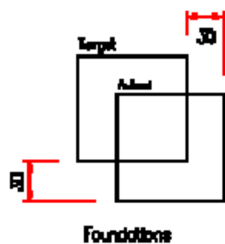


Isometric View

## 6.5 Posizionamento in pianta

### 6.5.1 Elementi di fondazione

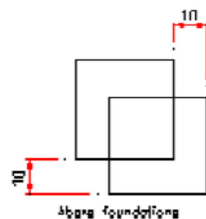
La posizione in pianta di ogni elemento di fondazione in rapporto al suo posizionamento previsto non deve superare spostamenti di  $\pm 30$  mm come illustrato sotto:



POSITION ON PLAN - ANY ELEMENT

### 6.5.2 Elementi in elevazione (non compreso fra le fondazioni)

La posizione in pianta di ogni elemento in elevazione (non compreso fra le fondazioni) in rapporto al suo posizionamento nominale previsto non deve superare spostamenti di 10 mm se misurato al livello del piano come illustrato sotto:



POSITION ON PLAN - ANY ELEMENT



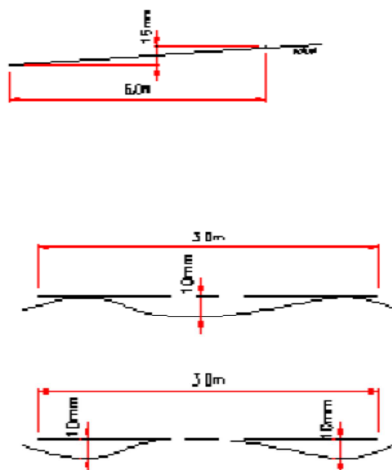
### 6.5.3 Tolleranza sulla posizione del bordo delle solette

La posizione in pianta dei bordi delle solette in rapporto al loro posizionamento previsto non deve superare spostamenti di 10mm misurato al livello del piano.

### 6.6 Orizzontalità e livello degli elementi

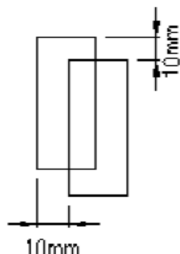
Le seguenti tolleranze si applicano alle superfici per le quali viene previsto un ricoprimento con finiture di livellamento, prima dello scasso e della rimozione dei puntelli temporanei.

- Tolleranze ammissibili sulla quota di estradosso di qualsiasi elemento strutturale non compreso fra le fondazioni sono di 10 mm.
- La faccia superiore di ogni elemento di fondazione non deve superare la distanza di 15 mm dal suo livello previsto.
- Le travi che s'incrociano allo stesso livello non devono subire dislivelli superiori a 10mm.
- Tolleranze di livellamento fra due punti distanti 6 metri non deve superare 15mm.
- Tolleranze di livellamento fra due punti distanti 3 metri non deve superare 10mm.



### 6.7 Inserti nel getto

Gli inserti non devono superare spostamenti di più di 10 mm dal loro posizionamento nominale previsto.

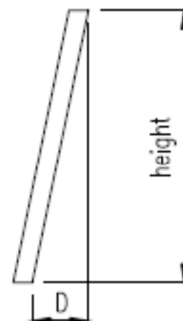


### 6.8 Verticalità degli elementi

Fuori piombo sulle altezze, compreso travi e bordi solai ubicati su un determinato allineamento devono seguire le seguenti tolleranze:

Altezza	D (mm)
---------	--------

Fino a /ed incluso 1,5m	5
Più di 1,5m incluso fino a 2.5m	10
Più di 2.5m incluso fino a 4m	15
Più di 4m incluso fino a 8m	20
Più di 8m	20+1mm per ogni m in eccedenza a 8m (fino ad un massimo di 50mm)

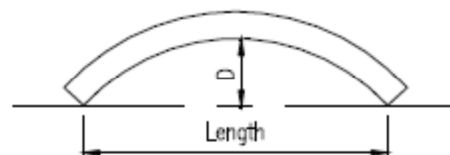


## 6.9 Curvatura degli elementi

### 6.9.1 Elementi senza curvatura specificata esplicitamente

La curvatura non esplicitamente specificata tra le estremità di un elemento non deve eccedere i seguenti dati:

Lunghezza	D (mm)
Distanza tra le estremità fino a 1.5 m incluso	±5
Distanza tra le estremità da 1.5 m fino a 3.0 m incluso	±8
Distanza tra le estremità da 3.0 m fino a 5.0 m incluso	±10
Distanza tra le estremità da 5.0 m fino a 8.0 m incluso	±15
Distanza tra le estremità più di 8 m	±15+1mm per ogni m in eccedenza a 8m (fino ad un massimo di 25mm)



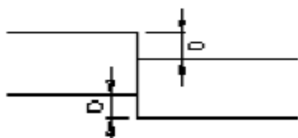
### 6.9.2 Elementi con curvatura specificata

Tolleranze ammesse nel caso di pre-monte esplicitamente definite:

Pre-monta definita	D (mm)
fino a 20 mm incluso	±5
più di 20 mm fino a 40 mm incluso	±10
più di 40 mm	±15

## 6.10 Irregolarità nelle superfici continue a vista

Nella discontinuità verticale non prevista tra superfici piane e tollerata una distanza fino a 3mm. In corrispondenza di giunti di costruzione o di movimento e tollerata una distanza fino a 5mm.



## **7. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA**

Tutte le strutture metalliche verranno realizzate con profilati, lamiere e piatti in acciaio S275JR / S355JR (vedi disegni esecutivi). La bulloneria seguirà le seguenti indicazioni:

- viti cl. 8.8 secondo UNI EN 20898/1
- dadi cl. 8 secondo UNI 3740/4a
- rondelle in acciaio C50 UNI 7845 temprato e rinvenuto HRC 32-40

Tutti i materiali dovranno essere nuovi ed esenti da difetti occulti.

Per le strutture metalliche rivestite, per le quali non è previsto uno specifico ciclo di pitturazione, dovrà comunque essere applicata una mano di primer antiruggine, da sottoporre all'approvazione preventiva della D.L., data a pennello od a spruzzo.

### **7.1 Controlli di accettazione e certificati**

#### **7.1.1 Prelievi e prove di accettazione in cantiere**

Come previsto dalla normativa vigente, i controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e comunque prima della messa in opera delle barre stesse; devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di un prelievo, composto da 3 campioni, marchiati, scelto entro ciascun lotto per ciascuno stabilimento di produzione.

Il Direttore Lavori potrà eventualmente eseguire (o far eseguire da personale tecnico qualificato, incaricato con delega scritta) i prelievi direttamente presso il Centro di Trasformazione, con frequenza di un prelievo per ciascun lotto.

Vale comunque quanto prescritto nel D.M. 14.01.2008 che si intende qui integralmente riportato.

#### **7.1.2 Documentazione di accompagnamento**

Il Costruttore è tenuto ad accompagnare ogni fornitura con:

- copia dei certificati di collaudo degli acciai secondo EN 10204
- dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi delle normative vigenti, e di aver soddisfatto tutte le relative prescrizioni, riportando gli estremi del marchio e indicando gli estremi dell'ultimo certificato del Laboratorio Ufficiale.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche si rimanda alle prescrizioni di legge sia per quanto riguarda il numero dei saggi da prelevare che per le modalità di prelievo e di prova.

Le analisi chimiche devono essere riferite al prodotto finito.

Non potranno essere accettati lotti non provenienti da Centri di Trasformazione Autorizzati ai sensi delle citate Norme Tecniche.

### **7.2 Procedimenti di saldatura**

Saranno necessarie delle prove preliminari dei procedimenti di saldatura per la scelta degli elettrodi, del preriscaldamento e delle tecniche esecutive, in numero e tipo da stabilire in accordo con la Direzione Lavori.

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;

- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO<sub>2</sub> o sue miscele).

### **7.2.1 Elettrodi**

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi rivestiti omologati secondo DM 14.01.2008, almeno di terza classe.

Per gli altri procedimenti di saldatura si devono impiegare i fili, i flussi (o i gas) e la tecnica esecutiva usati per le prove di qualifica del procedimento di cui al punto seguente.

Gli elettrodi devono essere usati con il tipo di corrente e di polarità per cui sono stati omologati. Devono altresì essere adottate tutte le precauzioni prescritte dal produttore degli elettrodi con particolare riguardo alla conservazione dell'asciutto e, in genere, alla preessiccazione degli elettrodi a rivestimento basico.

Il diametro dell'anima degli elettrodi rivestiti, per saldatura manuale, usati nella saldatura di un giunto, deve essere fissato in relazione allo spessore, al tipo di giunto ed alla posizione della passata nel giunto; in generale deve essere non maggiore di 6 mm, per saldature in piano e di 5 mm per saldature in verticali.

### **7.2.2 Prove preliminari dei procedimenti di saldatura**

Vale quanto prescritto nel D.M. 14.01.2008 che si intende qui integralmente riportato.

### **7.2.3 Qualifica dei saldatori**

Sia in officina che in cantiere, le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti devono essere eseguite da operai che abbiano superato le prove di qualifica indicate nella UNI 4634 per la classe relativa al tipo di elettrodo ed alle posizioni di saldatura previste. Nel caso di costruzioni tubolari si fa riferimento anche alla UNI 4633 per quanto riguarda i giunti di testa. Le saldature da effettuare con altri procedimenti devono essere eseguite da operai sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative ed al rispetto delle condizioni operative stabilite in sede di approvazione del procedimento.

### **7.2.4 Classi di saldatura**

Vale quanto prescritto nelle normative vigenti che si intendono qui integralmente riportate.

### **7.2.5 Esecuzione delle saldature**

Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune, al fine di ridurre per quanto possibile le tensioni residue da saldatura e facilitare l'esecuzione dei giunti saldati; devono essere osservate anche le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La superficie di ogni passata deve essere liberata dalla scoria prima che vengano effettuate le passate successive; egualmente la scoria deve essere localmente asportata in corrispondenza delle riprese di una medesima passata. Nella saldatura manuale si deve evitare l'accensione degli elettrodi sulle lamiere accanto al giunto. Le estremità dei cordoni di saldatura dei giunti di testa, nella saldatura automatica e semiautomatica, devono essere sempre fatte su prolunghie; nel caso di saldature manuali ciò deve essere fatto almeno per i giunti di I classe.

Nei giunti di testa ed in quelli a T a completa penetrazione effettuati con saldatura manuale, il vertice della saldatura deve essere sempre asportato per la profondità richiesta per raggiungere il metallo perfettamente sano, a mezzo di scalpellatura, smerigliatura, o altro adeguato sistema, prima di effettuare la seconda saldatura (nel caso di saldature effettuate dai due lati) o la ripresa. Qualora ciò non sia assolutamente possibile, si deve far ricorso alla preparazione a V con piatto di sostegno, che è peraltro sconsigliato.

gliata nel caso di strutture sollecitate a fatica, o alla saldatura effettuata da saldatori specializzati secondo UNI 4634 o, nel caso di tubolari, di classe TT secondo UNI 4633.

La parte da saldare deve essere protetta dalle intemperie; in particolare, quando viene fatto uso di saldatura con protezione di gas, dovranno essere adottati schemi efficaci di protezione contro il vento.

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice ad ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia.

L'ossitaglio a mano può essere accettato solo se una adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

La distanza dei lembi dei giunti di testa e dei giunti a T a completa penetrazione deve rispettare la UNI 11001. Nei giunti a T con cordoni d'angolo i pezzi devono essere a contatto; è tollerato un giuoco massimo di 3 mm per spessori maggiori di 10 mm, da ridurre adeguatamente per spessori minori o per casi particolari.

Il disallineamento dei lembi deve non essere maggiore di 1/8 dello spessore con un massimo di 1.5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si può tollerare un disallineamento di entità doppia.

#### **7.2.6      *Controllo delle saldature***

Le saldature devono essere controllate a cura del Costruttore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità, ecc.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione da inviarsi al Committente.

L'estensione di tali controlli sarà concordata con la D.L. che giudicherà sulla estensione dei controlli proposta dal Costruttore ed eventualmente, se carente, ne richiederà una estensione.

### **7.3      *Montaggio delle strutture in acciaio***

Il montaggio deve essere eseguito secondo le migliori tecniche ed in osservanza delle normative, leggi e norme antinfortunistiche vigenti.

### **7.4      *Parti annegate nei getti***

Le parti destinate ad essere incorporate in getti di conglomerato cementizio non devono essere verniciate, bensì accuratamente sgrassate e sabbiare.

## 8. MALTE DI LIVELLAMENTO E PER ANCORAGGI

Si intende una malta cementizia reoplastica (cioè fluida e non segregabile) a ritiro compensato, sia in fase fluida che in fase plastica, ad alta resistenza meccanica e di elevato potere adesivo sia all'acciaio che al materiale di supporto (calcestruzzo, muratura o pietra).

Tali malte verranno utilizzate per creare i piani di appoggio delle strutture metalliche, per sigillare le sedi delle stesse dopo la loro posa, per realizzare le parti sommitali dei getti delle sottomurazioni, per realizzare i getti dei pilastri in corrispondenza degli innesti metallici. Verranno inoltre utilizzate per rinzauffare tra i voltini di nuova realizzazione e le strutture esistenti.

Le malte da utilizzare sono indicate nei disegni del progetto esecutivo. La loro applicazione dovrà seguire fedelmente la scheda tecnica del produttore.

## 9. OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO PREFABBRICATO

Per l'opera in oggetto si prevede di utilizzare le seguenti tipologie di elementi prefabbricati:

- Pilastri a sezione mista acciaio-calcestruzzo
- Travi prefabbricate PREM
- Solai a Tegoli TT
- Solai in latero-cemento

### 9.1 Normativa di riferimento

Tutti i calcoli strutturali dovranno essere svolti secondo il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite applicato come previsto dalle norme e leggi vigenti. Tale metodo è esteso alla progettazione dell'intero organismo strutturale. Le strutture saranno rispondenti alle specifiche normative vigenti ed in particolare a:

- Legge 05.11.1971 n. 1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 02.02.1974 n. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. 03.12.1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- D.M. 14.01.2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare Ministero Infrastrutture 09.02.2009 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008
- CNR 10018/85 "Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego"
- CNR 10024/86 Analisi delle strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo.
- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 8981 Normativa per la durabilità
- UNI EN 1992-1-2:2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

### 9.2 Oneri del produttore

#### 9.2.1 Elaborati da fornire a cura del produttore

Il produttore di elementi prefabbricati dovrà fornire al Committente e alla DL gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, Dichiarazione di Metodo con programma di montaggio, piano della sicurezza, ecc.) firmati dal progettista, dal responsabile della produzione e dal responsabile dei montaggi, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- modalità di trasporto e montaggio;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti;
- tolleranze dimensionali;



- estratto del registro di produzione nel caso di serie controllata.

Nella documentazione di cui sopra il progettista delle opere prefabbricate deve indicare:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;
- le prescrizioni relative al carico sui mezzi di trasporto, alle modalità di sollevamento e agli eventuali presidi provvisori (puntelli, rompitratta, controventi) da disporre durante il montaggio;
- le prescrizioni in merito alla necessità di completare in opera, con getto integrativo, la sezione di manufatto resistente nonché la resistenza richiesta;
- la possibilità di impiego in ambiente aggressivo, e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono;
- l'eventuale necessità (in relazione all'impiego) di applicare sulle superfici intonaci o rivestimenti protettivi contro il fuoco.

Sarà obbligo del produttore di elementi prefabbricati indicare nel progetto costruttivo le dimensioni dei giunti, le tolleranze di produzione e di montaggio sia nel piano verticale che orizzontale per tutti gli elementi prefabbricati. Tali tolleranze saranno raccolte in un documento che sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori prima della messa in produzione degli elementi prefabbricati.

### **9.2.2 Approvazione progettazione costruttiva**

E' obbligo del produttore sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori tutti i disegni costruttivi, le relazioni di calcolo ed i particolari costruttivi, prima della produzione. Il produttore si impegna inoltre a fornire tutti i disegni costruttivi, sia generali che relativi ai singoli elementi prefabbricati, le relative relazioni di calcolo e a tenere un archivio dei disegni as-built, al termine dei montaggi.

## **9.3 Provenienza e qualità dei materiali**

Per il progetto in oggetto è prevista l'utilizzazione di strutture cementizie prefabbricate in stabilimento. Non sarà ammessa la fabbricazione di elementi prefabbricati a pie' d'opera.

### **9.3.1 Classi del conglomerato**

Si distinguono di norma le seguenti classi di qualità del conglomerato, individuate dal numero che esprime, in N/mm<sup>2</sup>, la resistenza caratteristica cubica a 28gg di maturazione: 30-40-50-55.

Per le classi 40-50-55 sono richiesti studi preliminari e controlli continuativi in corso d'impiego.

La classe 55 vale per le sole produzioni in stabilimento. Non possono essere utilizzati conglomerati aventi resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 gg inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>.

### **9.3.2 Acciaio - Tipologia armatura di precompressione**

Gli acciai utilizzati per le armature dovranno sottostare alle prescrizioni del D.M. 14.01.2008 Parte 11.3.3 "Acciaio per cemento armato precompresso" che distingue i seguenti tipi di armatura:

FILI: elementi trafilati di sezione piena, generalmente forniti in rotoli.

BARRE: elementi laminati di sezione piena che possono essere forniti solo come elementi rettilinei.

TRECCE: gruppi di 2 o 3 fili avvolti ad elica attorno ad un comune asse longitudinale con passo e senso di avvolgimento eguale per tutti i fili componenti la treccia.

TREFOLI: gruppi di fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

Fili e barre possono essere lisci, ondulati, con impronte, tondi o di altra forma; vengono individuati mediante il diametro nominale e il diametro equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Gli altri tipi di armatura non previsti nel precedente elenco, saranno individuati attraverso un adeguato numero di grandezze geometriche e meccaniche con criteri analoghi a quelli previsti per i tipi già in uso. Resistenza caratteristica dell'acciaio ad armatura di precompressione delle lastre e travi deve essere:

- barre  $f_{ptk} \geq 1000 \text{ N/mm}^2$
- fili  $f_{ptk} \geq 1570 \text{ N/mm}^2$
- trefoli  $f_{ptk} \geq 1860 \text{ N/mm}^2$
- trefoli a fili sagomati  $f_{ptk} \geq 1820 \text{ N/mm}^2$
- trecce  $f_{ptk} \geq 1900 \text{ N/mm}^2$

Per altre caratteristiche meccaniche si fa riferimento alla parte 11.3.3.2 del D.M. 14.01.2008.

### **9.3.3 Sistema di qualità**

Le strutture prefabbricate in c.a. normale o precompresso dovranno essere prodotte da Aziende che abbiano ottenuto e mantenuto la certificazione del Sistema Qualità aziendale, ai sensi della Norma serie UNI EN ISO 9001 per la produzione ed il montaggio di manufatti prefabbricati. Il produttore si impegna a consegnare la documentazione relativa alla certificazione di qualità aziendale prima dell'inizio della produzione dei manufatti. Si impegna inoltre a permettere alla DL qualsiasi visita ritenga opportuna per la verifica della sostanziale esistenza del sistema qualità e per l'accertamento dell'osservanza di quanto previsto nei manuali del sistema qualità.

### **9.3.4 Garanzie**

I manufatti qui descritti, intesi completi posati in opera e tutti i materiali componenti dei manufatti stessi (ancoraggi, guarnizioni, sigillature), dovranno essere garantiti per non meno di 10 anni, decorrendo tale termine dalla data di collaudo e di accettazione definitiva dell'opera.

Qualora entro tale termine dovessero venire lamentati difetti di qualunque genere le cui cause fossero attribuibili all'Appaltatore, questi dovrà provvedere, a proprie spese, al ripristino dei manufatti, nonché alla riparazione degli eventuali danni conseguenti ai guasti verificatisi.

In difetto a quanto sopra, la Committente avrà la facoltà di procedere all'eliminazione dei danni verificatisi addebitando all'Appaltatore le relative spese.

La valutazione dei danni, in caso di disaccordo, sarà affidata ad un perito nominato dal Presidente di Tribunale competente per giurisdizione.

## **9.4 Modalità di produzione e montaggio delle strutture prefabbricate**

### **9.4.1 Produzione in stabilimento**

Gli elementi prefabbricati verranno realizzati in ambienti al coperto, al riparo dagli agenti atmosferici, nel rispetto della normativa vigente ed in particolare dell'art.58 del D.P.R. 06.06.2001 nr. 380. Nella produzione in stabilimento o a piè d'opera dei manufatti, si dovrà avere cura affinché:

- nelle operazioni di compattazione dei getti (previbrazione, vibrazione, centrifugazione, scuotimento o altro), si raggiunga un addensamento adeguato del calcestruzzo senza arrivare a fenomeni di separazione degli inerti dalla pasta di cemento;
- in caso di maturazione naturale dei manufatti si raggiunga la resistenza prevista anche in condizioni di temperatura, umidità e ventilazione estreme, e cioè spiccatamente "estive" e "invernali";

- in caso di stagionatura artificiale il ciclo di stagionatura sia il più idoneo al raggiungimento delle caratteristiche strutturali richieste e all'ottenimento di manufatti privi di cavillature, lesioni o comunque effetti pregiudizievoli per l'aderenza dell'armatura;
- i casseri impiegati per i getti presentino la superficie priva di irregolarità, siano costruiti in modo tale da permettere agevolmente la pulizia prima del getto e siano dotati dei necessari accorgimenti (smussi, sfiati, ecc.) atti a consentire la rapida fuoriuscita dell'aria e quindi un perfetto riempimento;
- durante le operazioni di movimento dei casseri non vengano alterate le caratteristiche fisico-meccaniche dell'elemento prefabbricato;
- l'operazione di sformatura avvenga solo quando il calcestruzzo abbia raggiunto caratteristiche di resistenza sufficienti a fronteggiare le sollecitazioni di sformo senza fessurazioni e deformazioni pregiudizievoli o comunque danneggiamenti conseguenti alle operazioni di scasseratura.
- le lastre saranno dimensionate in modo da resistere alle sollecitazioni indotte durante tutte le fasi di movimentazione, getto e stagionatura del calcestruzzo fresco
- oltre alle armature diffuse all'interno dei gusci, generalmente rete elettrosaldate e barre di rinforzo in corrispondenza degli spigoli, occorrono opportuni irrigidimenti (tralicci) per garantire la stabilità geometrica della sezione.

La superficie delle armature aderenti deve distare dalla superficie libera del calcestruzzo di una misura minima uguale ad almeno 1,2 volte il diametro massimo dell'inerte (con particolare cura per il rispetto delle verifiche di resistenza al fuoco e di durabilità). Salvo diversa prescrizione architettonica, tutti gli elementi prefabbricati dovranno avere smussi negli spigoli di dimensione almeno pari a 10 x 10 mm (oppure 20 x 20 mm per gli elementi di maggiori dimensioni). Gli elementi prefabbricati, sia precompressi sia ad armatura ordinaria, quali travi, pilastri, solai autoportanti e lastre di solaio, gusci per travi a cassone, pannelli in genere, cornici ed altri eventuali, dovranno presentarsi privi di disallineamenti rispetto al loro asse e di scostamenti sensibili rispetto al piano dell'elemento.

#### **9.4.2      *Inserti e forometrie***

Ogni elemento deve essere munito di opportuni dispositivi per il trasporto ed il sollevamento e per i presidi anti infortunistici conformemente a schemi e criteri prescritti dalla Ditta costruttrice. Tali dispositivi devono essere in grado di sopportare, senza che si producano lesioni nella struttura, il peso proprio dell'elemento da sollevare, le azioni dinamiche e gli sforzi derivanti dall'aderenza dell'elemento sui casseri e sulle piste.

In genere tutte le parti metalliche necessarie per la solidarizzazione e che non siano completamente avvolte nel calcestruzzo, dovranno essere realizzate in acciaio zincato a caldo. Tutte le rondelle, i bulloni, gli spessori metallici in genere dovranno essere trattati con doppia mano di minio anche se saranno successivamente ricoperti di malta o calcestruzzo.

Si intendono incluse anche le dime e gli inserti da lasciare nelle fondazioni per il collegamento fra pilastri e fondazioni. I solai dovranno consentire la realizzazione di forometrie delle dimensioni indicate sui disegni strutturali, dovranno infine potersi forare in opera, per gli eventuali adattamenti futuri.

Tutte le forometrie che saranno richieste in sede esecutiva dovranno essere protette da rete elettrosaldata con funzione di sicurezza anti-caduta.

Nella struttura prefabbricata si dovranno prevedere opportuni inserti atti a garantire la continuità elettrica nelle armature. Negli elementi prefabbricati vanno predisposti tutti gli accorgimenti e gli inserti necessari al successivo collegamento od accoppiamento con parti di calcestruzzo in opera, carpenterie metalliche, grigliati metallici ecc.

#### **9.4.3      *Trasporto***

Gli elementi dovranno essere posati sul mezzo di trasporto secondo gli schemi statici previsti, tenendo conto delle variazioni geometriche che il mezzo può subire durante la marcia.

Dovranno essere prese in considerazione le forze dovute oltre che al peso proprio anche alle azioni dinamiche di varia natura (es. vibrazioni di marcia, forze inerziali di armatura e di curvatura, ecc.) integrando, se necessario, la resistenza dei prefabbricati con vincoli ausiliari od elementi provvisori di irrigidimento predisposti sul mezzo di trasporto.

Non può essere effettuato il trasporto finché la stagionatura del manufatto non assicuri il raggiungimento delle caratteristiche di resistenza richieste in relazione alla modalità del trasporto stesso.

#### **9.4.4 Stoccaggio**

La permanenza in stoccaggio dovrà avere durata tale da rendere il manufatto idoneo all'impiego. Per ogni ricetta di calcestruzzo e relativo ciclo tecnologico verrà quindi definito un diagramma tempi/resistenza/deformazione. I manufatti andranno depositati di preferenza in situazione isostatica evitando la possibilità del verificarsi di sollecitazioni parassite dovute a flessioni da peso proprio o da maturazione e ritiro differenziale ed, in particolare modo, tutte le azioni che possano dar luogo a deformazioni permanenti. I sostegni dovranno garantire la stabilità degli elementi senza ricorrere a mutuo contrasto tra gli stessi. Dovranno pure essere tenute sotto controllo le condizioni termoigrometriche ambientali. I manufatti dovranno essere contrassegnati in modo stabile e duraturo, per lo meno fino al momento dell'eventuale getto di completamento, con la sigla di progetto, la data di fabbricazione ed il peso (quest'ultimo se al di sopra di 8 kN).

#### **9.4.5 Montaggio**

L'Appaltatore ad ogni effetto di legge ed in forma esclusiva ha la piena incondizionata responsabilità del montaggio della struttura. Le squadre di montatori saranno formate da personale addestrato e qualificato. Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio. Inoltre, nella fase di appoggio dell'elemento prefabbricato, dovranno avere possibilità di regolazione della velocità di posa in modo che, tenute presenti le caratteristiche del piano di appoggio e quelle dell'elemento prefabbricato stesso, possano venire considerate ininfluenti e trascurabili le forze dinamiche d'urto.

L'insieme composto dall'apparecchio di sollevamento, tirante e apparecchio di sospensione, dovrà essere studiato e predisposto per ottenere in ogni fase il rispetto degli schemi progettuali redatti.

Gli elementi verranno posizionati come e dove indicato in progetto. In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

Il singolo elemento potrà essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che ne sia stata assicurata la sua stabilità autonoma di fronte alle azioni dovute al suo peso proprio, al vento, ad urti accidentali, a successive operazioni di montaggio, alle azioni orizzontali, sia quelle convenzionali, sia quelle dovute a sollecitazioni esterne di progetto (vento, sisma, ecc.) specificate ai punti 2.7 e 4.4 del D.M. 3 dicembre 1987. Dovrà essere previsto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

L'Appaltatore dovrà adottare il numero di puntelli necessari tenendo conto del peso proprio del solaio incrementato dei carichi relativi ai mezzi d'opera (si consigliano 100 daN/m<sup>2</sup>).

Particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura dei giunti sia orizzontali che verticali, affinché gli stessi risultino a perfetta tenuta prima del getto per evitare perdita d'acqua e sbavamenti di malta.

Gli elementi per solai verranno posati sulle travi o altri elementi strutturali portanti mediante interposizione di lastre di appoggio in gomma o altro idoneo materiale e verranno generalmente accostati l'uno all'altro al fine di realizzare superfici continue e per consentire, ove necessario, la realizzazione di getti integrativi di conglomerato che potranno essere resi collaboranti con gli elementi prefabbricati mediante opportuni dispositivi (staffature, armature di ripresa, connettori a taglio).

#### **9.4.6 Unioni e collegamenti**

La realizzazione delle unioni dovrà rispettare fedelmente il progetto, che dovrà a sua volta dettagliarne le modalità di esecuzione. Nelle unioni effettuate con getto di sutura, si porrà particolare attenzione alla

qualità del calcestruzzo (problemi legati a piccoli volumi di getto, scelta di idonea granulometria degli inerti e degli additivi, ecc.) ed ai relativi tempi di maturazione.

Per le travi a cassone, è prevista la fornitura in opera di elementi di cassero a perdere per contenere il getto della trave e per solidarizzare i conci rendendoli di sezione simmetrica.

#### **9.4.7 Durabilità**

Per tutte le strutture è prescritto il rispetto di quanto previsto dalle Norme per la esposizione ad ambiente in classe definita sulle tavole di progetto (secondo UNI-EN 206-1). Si raccomanda a tal proposito il rigoroso rispetto dei copriferri minimi comprensivi delle tolleranze ed il rispetto del rapporto A/C nella produzione del calcestruzzo.

#### **9.4.8 Deformabilità**

Tutti gli elementi degli orizzontamenti dovranno essere verificati a deformazione nelle varie fasi (iniziale, al montaggio e a tempo infinito) onde controllare e contenere la differenza di monta tra gli elementi accostati, che dovrà in ogni caso essere inferiore a 1/1000 della luce.

Tutti gli elementi dovranno comunque presentare una deformazione sotto i carichi permanenti a tempo infinito verso l'alto. Considerando la lastra solidale alla cappa collaborante, la variazione della freccia massima istantanea in mezzeria, per effetto dei carichi, dovrà essere contenuta in  $L/1000$  ( $L$ = luce di calcolo); La freccia a tempo infinito (considerando la caduta di tensione della precompressione, i carichi permanenti e  $\frac{1}{2}$  dei variabili) dovrà essere contenuta in  $L/1500$  ( $L$ =luce di calcolo).

Nella definizione degli ingombri strutturali (spessore degli orizzontamenti), dovrà essere tenuto conto della monta degli elementi prefabbricati precompressi. Il produttore, a questo scopo dovrà fornire un documento esplicativo prima della messa in produzione degli elementi prefabbricati.

Particolare cura dovrà tenersi per il contenimento delle deformazioni negli elementi trave che sorreggono le murature di tamponamento.

#### **9.4.9 Requisiti per i getti collaboranti**

I getti collaboranti strutturali saranno calcolati dal fornitore delle strutture prefabbricate e realizzati sotto la sua supervisione. Tutti gli elementi calcolati con getto collaborante, dovranno essere dotati di collegamenti metallici diffusi (staffe), tali da garantire la trasmissione degli sforzi tra elemento prefabbricato e getto di seconda fase.

Il calcolo e la realizzazione dei getti collaboranti dovrà obbligatoriamente tenere conto delle deformazioni (monte) proprie degli elementi prefabbricati precompressi, sia dal punto di vista dei carichi aggiuntivi (in particolare agli appoggi) che delle caratteristiche statiche e geometriche reali. I getti collaboranti dei solai dovranno inoltre essere in grado di trasmettere le forze orizzontali dovute alle deformazioni termiche ed alle spinte del terreno. In caso di getto delle solette collaboranti in periodi sfavorevoli alla corretta maturazione del calcestruzzo (periodi di gelo o periodi di massima temperatura), si dovranno osservare le prescrizioni impartite dalla DL.

L'Appaltatore dovrà proporre metodi per diminuire gli effetti di ritiro per il calcestruzzo dei getti collaboranti. Potrà ad esempio utilizzare calcestruzzo con basso rapporto acqua/cemento ( $A/C \leq 0.50$ ) con aggiunta di superfluidificanti per ottenere una classe di consistenza S4. Tali metodi, congiuntamente ad eventuali additivi antigelo per calcestruzzo (aggiunti all'impianto od in cantiere) dovranno essere preventivamente autorizzati dalla DL.

Per ridurre gli effetti del ritiro si dovrà predisporre i getti per zone separate aventi larghezza massima pari a circa 20 m. Fra una zona e l'altra si lasceranno circa 200 mm senza getto; tale spazio sarà eseguito al termine delle operazioni utilizzando materiale con additivo espansivo. Prima dell'inizio dei getti l'appaltatore dovrà sottoporre il programma per la loro esecuzione ed i materiali da adottare all'approvazione della DL.

### **9.5 Tolleranze**

Si dovranno rispettare le seguenti tolleranze:

- le lastre, le travi, i pilastri in particolare, dovranno avere tolleranze di ortogonalità di 0,15 mm/m;
- la tolleranza di fabbricazione secondo la massima dimensione sarà di +5 mm per le strutture ad armatura lenta;
- la tolleranza secondo le altre dimensioni sarà +5 mm;
- Per gli elementi strutturali sui piani verticali e orizzontali è ammessa una tolleranza massima di  $\pm 5$  mm.

Lo spessore globale dei solai (appoggi + travi + solai + cappe + monte), comprensivo degli effetti di lunga durata, dovrà prevedere una tolleranza inferiore a  $L/500$  (con  $L$ = luce dell'elemento prefabbricato di solaio) rispetto a quanto dichiarato in sede di presentazione per approvazione del progetto. Le tolleranze di montaggio non dovranno essere superiori a 10 mm sia in pianta sia in sezione ed in vista.

## **9.6 Criteri di accettazione prove e collaudi**

### **9.6.1 Criteri di accettazione**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondenti a quanto prescritto al punto relativo ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione delle opere. Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto prescritto nei disegni e nelle istruzioni di progetto e di montaggio, specialmente nei riguardi dell'accuratezza della posa degli elementi prefabbricati e del rispetto delle tolleranze e della disposizione delle armature e dei sistemi di appoggio e giunzione.

Gli spigoli dovranno essere smussati e la superficie dovrà presentarsi senza lesioni di sorta.

I giunti a vista fra elementi prefabbricati accostati, ad esempio lastre di solaio o travi da impalcato, dovranno risultare perfettamente allineati e complanari, e si dovranno ritoccare se giudicati non accettabili dalla DL. Non saranno ammessi pannelli con ammaccature, distorsioni, rigonfiamenti od altro.

Gli elementi che dovessero presentare cavillature, anche minime, saranno scartati e dovranno essere sostituiti a totale carico dell'Appaltatore. Solamente in casi particolari, ed a proprio insindacabile giudizio, la DL potrà esaminare la possibilità di effettuare interventi di ripristino, che saranno comunque a totale carico dell'Appaltatore.

La colorazione dovrà essere identica per ogni pannello in ogni sua parte e così pure tra un pannello e l'altro. Non sarà ammessa alcuna differenza rilevabile.

I manufatti prefabbricati - purché prodotti in accordo con quanto esposto in premessa - potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli sui materiali componenti quando siano accompagnati dalla documentazione prevista nella parte 11.8.3 del D.M. 14.01.2008, documenti che dovranno indicare i risultati dei controlli eseguiti presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR nr. 380/2001.

L'Appaltatore è comunque tenuto, a sue spese, alla rimozione d'opera degli elementi che il collaudatore intendessero sottoporre alle prove, alla fornitura e sostituzione immediata degli elementi rimossi, alle occorrenti opere per la rimessa del tutto in pristino stato.

Le forniture di componenti strutturali prodotti in serie "controllata" ai sensi del D.M. 3.12.1987 - purché prodotti in accordo con quanto esposto in premessa - possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnate da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Gli elementi dovranno comunque essere chiaramente e durevolmente contrassegnati da un marchio di fabbrica e numero di serie che permettano di risalire ai controlli di produzione.

Potranno essere richieste prove non distruttive sugli apparecchi di appoggio; tali prove consistono nel controllo dimensionale e nell'esame visivo. Il controllo dimensionale verrà eseguito con riferimento alle tolleranze indicate nelle presenti specifiche. L'esame visivo consiste nel controllare che le superfici d'appoggio non presentino screpolature, mancanza di materiale o tagli sulla gomma, tali da compromettere la funzionalità del pezzo.



Data la tipologia e la modalità di esecuzione delle opere risulta di rilevante importanza l'effettuazione di verifiche in corso d'opera, per le quali la DL si riserva la facoltà di eseguire prove e verifiche durante il corso dei lavori, sia sui materiali che sugli impasti, i manufatti e la posa, secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 e dal D.M. 3.12.1987.

### **9.6.2 Prove e collaudi in stabilimento**

La DL ha facoltà di effettuare visite periodiche presso lo stabilimento, al fine di controllare sia lo stato di avanzamento della produzione, sia la rispondenza degli elementi prodotti alle prescrizioni del presente capitolato. L'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare presso lo stabilimento di produzione sia tutte le misurazioni che saranno ritenute necessarie per controllare la geometria dei manufatti, sia le prove di carico che saranno richieste dalla DL su tutti i manufatti campione prescelti dalla DL stessa al fine di verificare il comportamento flessione/torsionale dei manufatti in genere.

A discrezione della DL e/o del Collaudatore potrà essere richiesto il collaudo, anche tramite prove di carico, di alcuni particolari elementi direttamente presso il produttore. Tale collaudo potrà essere eseguito presso lo stabilimento di produzione, con oneri a carico del produttore, con modalità di carico concordata con la DL e/o il Collaudatore.

## **9.7 Prescrizioni particolari per solai prefabbricati a tegoli TT**

### **9.7.1 Descrizione**

Il Tegolo a doppia T (TT), chiamato anche TT, è un componente strutturale parzialmente o totalmente prefabbricato. La parte prefabbricata è composta da una crosta superiore di spessore 5 cm e di larghezza 249 cm con due nervature di altezza e larghezza variabili. Se previsto un getto integrativo l'elemento viene attrezzato con staffe fuoriuscenti dalle nervature. Il Tegolo TT è, di norma, precompresso ed autoportante anche per l'eventuale getto integrativo.

Nei riguardi del REI la crosta superiore funziona da isolante termico ma, per creare una barriera ai fumi e per evitare che l'estradosso superi la temperatura limite dei 150 gradi (e cioè per garantire anche la E e la I oltre la R), occorrerà sempre un getto integrativo di spessore proporzionale alla resistenza richiesta, comunque non inferiore a 4cm.

Per quanto riguarda le nervature, invece, per ottenere la resistenza al fuoco si selezionerà lo spessore più appropriato.

Il solaio dovrà rispettare i requisiti di inerzia minima indicati negli elaborati strutturali.

### **9.7.2 Materiali**

#### **9.7.2.1 Elementi prefabbricati**

##### **Calcestruzzo**

Il calcestruzzo avrà le seguenti caratteristiche (se non diversamente indicato sulle tavole di progetto):

- $R_{ck} \geq 60 \text{ MPa}$
- $f_{ck} \geq 49.8 \text{ MPa}$

##### **Acciaio armonico**

- $E = 200000 \text{ N/mm}^2$
- $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$



### **9.7.2.2 Getto di completamento**

#### **Calcestruzzo**

Il calcestruzzo avrà le seguenti caratteristiche (se non diversamente indicato sulle tavole di progetto):

- $R_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$
- $f_{ck} \geq 28 \text{ MPa}$

#### **Acciaio B450C**

- $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$

### **9.7.3 Messa in opera**

Nelle fasi di stoccaggio e trasporto i tegoli dovranno essere posizionati su due appoggi situati in prossimità degli ancoranti e controventati in modo da evitare il ribaltamento e la traslazione laterale. Sovrapponendo i pannelli è necessario che gli appoggi del pannello superiore si trovino sulla stessa verticale di quelli del pannello inferiore e che gravino sulle nervature senza impegnare le ali.

Le funi per il sollevamento dei pannelli vanno collegate a due coppie di ancoranti annegate nella soletta in corrispondenza delle nervature. L'inclinazione delle funi, rispetto al piano orizzontale, non deve essere inferiore a  $45^\circ$  per non compromettere l'integrità degli ancoranti.

La posa in opera dei solai avviene con due operatori in quota, uno per ciascuna estremità, posizionati sull'estradosso delle travi ed assicurati alla fune di sicurezza che si trova alle loro spalle. Gli operatori in quota dovranno stazionare ad una distanza di sicurezza che li garantiscano da eventuali manovre errate e si avvicineranno al manufatto solamente quando questo si troverà in prossimità della posizione definitiva di progetto. Il montaggio dei pannelli da solaio dovrà avvenire, come posizionamento e frequenza, secondo lo schema di montaggio e le specifiche schede tecniche. Per la posa dei successivi solai gli operatori in quota potranno stazionare indifferentemente sulle travi o sui solai già posati rimanendo però sempre vincolati alla fune di sicurezza. Nel caso di montaggio di solai a sbalzo o su travi completamente sottosporgenti, ove non sia possibile l'impiego della linea di sicurezza montata sui paletti a causa dell'intralcio dei paletti stessi alle operazioni di posa, si dovranno utilizzare funi omologate con tenditore da fissare agli anelli sui pilastri di estremità della campata, compatibilmente ai limiti d'impiego delle funi stesse in termini di lunghezza ed altezza operativa. In questo caso occorre porre particolare attenzione evitando urti dei solai e delle funi di sollevamento con la linea di sicurezza. Qualora non sia possibile procedere secondo quanto sopra esposto il montaggio dei solai dovrà avvenire con operatore su piattaforma.

In corrispondenza degli appoggi tra i tegoli e le travi dovrà sempre essere introdotto un opportuno elemento ripartitore, non essendo accettato il contatto diretto tra le superfici di calcestruzzo. I tegoli verranno quindi posati sulle travi o sugli altri elementi strutturali portanti mediante interposizione di lastre d'appoggio in gomma, in lamierino d'acciaio o in altro idoneo materiale e verranno generalmente accostati l'uno all'altro, al fine di realizzare superfici continue e di consentire, ove necessario, la realizzazione di getti integrativi in conglomerato, che potranno essere resi collaboranti con gli elementi prefabbricati mediante l'inserimento di opportuni dispositivi (staffature, armature di ripresa, connettori a taglio, ecc...). Ciascun apparecchio d'appoggio, concepito in relazione allo schema statico delle strutture con cui deve venire a contatto, non dovrà debordare dalla superficie d'appoggio vera e propria e dovrà distare di almeno 5 cm dal bordo libero della superficie d'appoggio stessa; esso dovrà inoltre garantire che le superfici a contatto non presentino difetti di planarità o di parallelismo.

I tegoli non dovranno manifestare cedimenti differenziali tra di loro; nel caso in cui non si verificasse la complanarità, la Ditta produttrice dovrà provvedere a sua cura e sue spese al ripristino della stessa mediante l'utilizzo di materiali idonei, salvaguardando comunque la stabilità (il cedimento massimo ammesso prima del ripristino sarà di 10 mm tra tegolo e tegolo);

## **9.8 Prescrizioni particolari per pilastri prefabbricati misti acciaio-clc**

### **9.8.1 Descrizione**

Si prevede di utilizzare dei pilastri a sezione mista con la camicia in acciaio collaborante.

La sezione in c.a. interna avrà un'armatura interna costituita da barre o da una spirale per garantire la resistenza al fuoco della sezione.

Il collegamento con le strutture di fondazione e gli impalcati avverrà tramite dime di prefissaggio e tirafondi di ancoraggio.

Sono da prevedere precise opere provvisorie atte ad impedire il ribaltamento della colonna in acciaio per effetto di carichi eccentrici. Prima del getto integrativo posare tutte le armature integrative ed ogni altro accessorio, nelle posizioni indicate negli elaborati grafici. Il getto del calcestruzzo deve avvenire da un'altezza massima di 50 cm, procedendo per strati successivi dello spessore massimo di 20 cm, vibrando opportunamente.

I pilastri possono essere sottoposti ai carichi permanenti e accidentali a maturazione avvenuta del getto di calcestruzzo.

### **9.8.2 Materiali**

#### **Calcestruzzo**

Il calcestruzzo avrà le seguenti caratteristiche (se non diversamente indicato sulle tavole di progetto):

- $R_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$
- $f_{ck} \geq 28 \text{ MPa}$

#### **Acciaio da carpenteria S355JR UNI 10025**

- $f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$

#### **Acciaio per barre di armatura B450C**

- $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$

## **9.9 Prescrizioni particolari per travi prefabbricate PREM**

### **9.9.1 Descrizione**

Le travi PREM sono costituite da un traliccio d'acciaio saldato, tridimensionale e autoportante, avente una lastra di calcestruzzo inglobante ferri tondi che funge da base d'appoggio per i solai, da cassero per il getto e da armatura tesa inferiore. Sulle testate sono previsti dei ferri fuoriuscenti dalla lastra ed un traverso terminale necessari sia per garantire un appoggio stabile in fase di montaggio, sia per costituire una valida armatura di ancoraggio dopo il getto.

La trave PREM autoportante in prima fase grazie alla resistenza del traliccio in acciaio, dopo il getto di clc, diventa a tutti gli effetti una trave in c.a.

Le travi reticolari miste devono essere in accordo con i criteri di progettazione, produzione e messa in opera indicati nelle linee guida della Assoprem (Associazione Produttori Travi Reticolari Miste).

### **9.9.2 Materiali**

#### **Calcestruzzo**

Il calcestruzzo avrà le seguenti caratteristiche (se non diversamente indicato sulle tavole di progetto):

- $R_{ck} \geq 35$  MPa per getto di completamento
- $R_{ck} \geq 60$  MPa per fondello prefabbricato
- 

**Acciaio per barre di armatura B450C**

- $f_{yk} \geq 450$  N/mm<sup>2</sup>

**9.9.3 Messa in opera**

Le travi prefabbricate dovranno essere posate con la massima attenzione al fine di non danneggiare le stesse e le strutture di supporto (muri e pilastri). Dovranno essere posate alla quota stabilita, curando che siano posizionate planimetricamente in maniera corretta e che abbiano sufficiente appoggio sulle strutture di sostegno (muri e pilastri) come da indicazioni del produttore.

La fornitura e posa dell'armatura al negativo e dei cordoli perimetrali, così come il getto integrativo di calcestruzzo, saranno compito esclusivo dell'Impresa.

L'Impresa, prima di posare le travi, dovrà sottoporre al controllo della D.L. i disegni e gli elaborati di calcolo relativi, al fine di verificarne dimensioni, pesi, caratteristiche di resistenza, tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio d'armatura. L'Impresa dovrà attendere l'approvazione della D.L. prima di posare le travi stesse.

L'Impresa deve attenersi alle prescrizioni del Fornitore sul sistema di movimentazione e di eventuale puntellazione delle travi, sulle modalità di collegamento fra elementi prefabbricati e getti in opera e sul posizionamento dell'armatura aggiuntiva.

**9.10 Prescrizioni particolari per solai a pannelli con alleggerimento in laterizio****9.10.1 Descrizione**

E' previsto l'uso di solai a pannelli con travetti in calcestruzzo e alleggerimento in laterizio del tipo Vela Minipan o equivalente approvato dalla Direzione Lavori.

Il solaio è composto da travetti in calcestruzzo armato con sezione a T rovescia ed anima a coda di rondine, composti in stabilimento in pannelli preassemblati in modo da limitare i pericoli di caduta durante le fasi di getto. I travetti vengono accoppiati a blocchi in laterizio resi ad essi solidali da un sovrastante getto armato di completamento realizzato durante la fase di posa in opera e che contribuisce al funzionamento statico del solaio. I laterizi consentono di limitare il peso del solaio e non hanno alcuna funzione collaborante ai fini statici.

La soletta di conglomerato avrà spessore non inferiore a 40mm. In presenza di carichi rilevanti essa sarà opportunamente verificata alla flessione trasversale. Qualora fosse necessario alla funzione di diaframma trasversale, sarà possibile inserire nervature gettate in opera trasversali ad un interasse non superiore a 2.5m.

In presenza di fori, necessari ad esempio per le penetrazioni impiantistiche, le nervature interrotte dovranno collegarsi ad un telaio locale di rinforzo. I carichi dovranno essere portati dalle nervature posizionate sui due lati. Le travi di cordonatura presenteranno un'armatura che si estenderà da una parte all'altra del foro fino alle nervature successive.

Il solaio dovrà rispettare i requisiti di inerzia minima indicati negli elaborati strutturali.

## **9.10.2 Materiali**

### **9.10.2.1 Laterizi**

L'Appaltatore dovrà sempre verificare che i laterizi approvvigionati, di qualsiasi tipo, forma e dimensione siano nella massa scevri da sassolini ed altre impurità, abbiano forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentino alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; siano sonori alla percussione; assorbano acqua per immersione e si asciughino all'aria con sufficiente rapidità; non si sfaldino o sfioriscano sotto l'influenza degli agenti atmosferici; non si screpolino al fuoco ed al gelo, abbiano resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura. L'Appaltatore dovrà inoltre verificare la conformità con quanto prescritto dalle seguenti norme:

- UNI 9730-1990 Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione
- UNI 9730-1990 Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione
- UNI 9730-1990 Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova
- UNI EN 1990:2006

### **9.10.2.2 Calcestruzzo per getti di completamento**

Il calcestruzzo per l'esecuzione dei getti di completamento avrà le seguenti caratteristiche (se non diverse indicato sulle tavole di progetto):

- resistenza  $R_{ck} \geq 40$  MPa
- diametro max inerti 15mm
- rapporto a/c  $< 0.50$
- classe di consistenza S4
- classe di esposizione XC1+XC2 UNI EN 206-1:2001

### **9.10.2.3 Armature per getti di completamento**

L'armatura per i getti di completamento sarà in acciaio del tipo B450C.

## **9.10.3 Messa in opera**

Durante il getto dovrà verificare che il conglomerato sia costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

Alle estremità delle campate ai nodi tra il solaio e le strutture portanti sarà necessario realizzare fasce piene atte a fornire la necessaria resistenza al taglio, in accordo con quanto previsto dagli elaborati strutturali.

Eventuali interruzioni del getto andranno realizzate in corrispondenza delle zone meno sollecitate quali ad esempio le zone di inversione del diagramma dei momenti, e comunque mai in corrispondenza degli appoggi.

La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per un periodo non inferiore ai trenta giorni. Non sarà consentito effettuare i getti a temperature inferiori a 0°C, salvo l'utilizzo di idonei additivi da sottoporre all'approvazione della DL.

I travetti dovranno essere dimensionati, oltre che per le fasi di movimentazione, stoccaggio e trasporto, anche in funzione del peso proprio del manufatto e del passo delle puntellazioni da prevedere in cantiere durante le fasi del getto e della sua maturazione.

Per le armature aggiuntive da posizionare occorre fare riferimento ai disegni d'armatura. Alle estremità delle travi dovrà essere disposta un'armatura inferiore, convenientemente ancorata, in grado di assorbire uno sforzo di trazione uguale al taglio.

In nessun caso l'appaltatore dovrà superare l'interasse dei travetti indicato sugli elaborati strutturali. Per solai con luce superiore a 4,0m sarà necessario utilizzare un travetto rompitratta. Per solai con luce superiore a 8,0m sarà necessario utilizzare due travetti rompitratta.

La rete superiore sarà da posizionare in opera fin sopra le travi ed i muri, con sovrapposizione di almeno due maglie.

L'Appaltatore dovrà, prima di ogni getto, informare sempre la DL. L'Appaltatore dovrà adottare il numero di puntelli necessari tenendo conto del peso proprio del solaio incrementato dei carichi relativi ai mezzi d'opera (si consigliano 100 daN/m<sup>2</sup>).

I solai devono essere montati con una controfrecchia di entità quantificata dal DL e/o dal Progettista (calcolatore) delle Strutture in c.a.

Durante la posa in opera, dovrà essere prevista una impalcatura provvisoria di sostegno con idonei rompitratta la cui progettazione spetta all'Appaltatore. Le impalcature provvisorie di sostegno del solaio devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni cui esse sono sottoposte durante l'esecuzione dei getti. Bisogna assicurarsi del contatto delle lastre sulla centinatura. I ritzi devono essere anche adeguatamente controventati e l'intera impalcatura provvisoria dovrà essere proporzionata considerando un peso del solaio opportunamente maggiorato per considerare l'acqua meteorica e d'impasto.

L'Appaltatore dovrà verificare che:

- I laterizi siano bagnati prima del loro impiego e, successivamente, prima del getto.
- Che la posa in opera sia fatta con giunti sfalsati.
- Che, se non diversamente prescritto, per il getto delle travi d'impasto, avvenga il riempimento degli elementi terminali o che, a filari alternati, avvenga l'eliminazione degli elementi di estremità al fine di garantire un getto pieno di saldatura
- Che sia conforme il profilo dei blocchi delimitanti la nervatura e la larghezza della nervatura stessa di conglomerato da gettarsi in opera onde evitare risvolti che ostacolano il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.
- Che lo spessore della soletta di conglomerato non sia inferiore a ciò specificato sui disegni strutturali.
- La conformità del copriferro.

#### **9.10.4 Disarmo**

Il momento del disarmo viene stabilito dalla DL sulla base della resistenza che si ritiene necessaria al momento in cui esso deve avere luogo.

Il disarmo dovrà avvenire gradualmente evitando sollecitazioni dinamiche. Si procederà con la rimozione dei puntelli intermedi, seguita da quella dei puntelli laterali e quindi di quelli di supporto a travi e sbalzi.

### **9.11 Prescrizioni particolari di montaggio**

L'impresa appaltatrice deve predisporre un programma dettagliato di posa dei manufatti, che dovrà essere concordato e aggiornato con la Direzione Lavori.

Si deve prestare particolare attenzione alle operazioni di posa dei prefabbricati nella porzione tra i fili 1 e 4 per la presenza delle strutture esistenti della volta e dei tiranti.

Il montaggio deve essere effettuato con idonei sistemi in grado di posare i tegoli sopra le travi nella porzione priva di vincoli e di farli scorrere mediante sistemi idraulici e appoggi scorrevoli fino al raggiungimento della corretta posizione di montaggio.

Si dovranno seguire le seguenti fasi di montaggio:

*Opere da preparare prima del sollevamento dei tegoli TT:*

- Posa a secco degli elementi verticali (pilastri) ed orizzontali di piano (travi di bordo/travi guida)
- Getto dei pilastri e delle travi di bordo (travi guida)

Nota: le travi guida devono avere l'ala larga almeno 35-40 cm, per consentire l'utilizzo dei pattini ( questi necessari per la traslazione degli elementi tegoli in esame)

*Fasi operative:*

- Posizionamento dei pattini in quota sulle ali delle travi guida. Questi saranno posizionati in modo da consentire alle gambette dei tegoli di poggiarsi sopra;
- Aggancio e sollevamento dei tegoli, dal mezzo che li trasporta alla posizione in quota (sui pattini precedentemente predisposti) mediante idonea autogrù;
- Sgancio dell'elemento dal tiro dell'autogrù;
- Aggancio del tegolo ai tirfort;
- Azionare il tiro al tegolo Mediante centralina idraulica (i tirforce in questa fase devono essere debitamente ancorati ad una massa di contrasto) fino a trascinare l'elemento nella sede desiderata.
- Sollevare il tegolo, mediante ausilio di martinetti, al fine di rimuovere i pattini e posizionare le gomme di ripartizione.
- Abbassare il tegolo fino alla posizione finale e rimuovere i martinetti.

## 10. MOVIMENTI DI TERRA

Gli scavi dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la D.L. in sede esecutiva.

Nella esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti restando ugualmente, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate. Dovrà inoltre evitare che le acque superficiali dell'attuale p.c. si riversino negli scavi adottando opportuni sistemi di convogliamento.

Ogni movimento di materie dovrà essere eseguito con mezzi idonei, adeguati, ed in numero sufficiente. Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti e le protezioni antinfortunistiche conformi alle normative vigenti in materia. L'appaltatore dovrà inoltre curare, a suo carico, il convogliamento, la raccolta, e lo smaltimento delle acque meteoriche interessanti le aree di cantiere.

### 10.1 Scavi di sbancamento

Si devono intendere, sotto tale titolo, le opere occorrenti per l'escavazione, lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le opere di fondazione dell'edificio, o per il raggiungimento delle quote di scavo parziali ed in genere qualunque scavo eseguito sia a mano che con mezzi meccanici a sezione aperta su superficie ove sia possibile l'allontanamento del materiale di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie per l'accesso al fondo degli scavi. Le rampe provvisorie dovranno poi, salvo diversa indicazione della D.L., essere completamente rimosse.

Di norma, gli scavi di sbancamento al di sotto del piano di campagna avranno le scarpate sistemate con una pendenza pari a 1:1 (regolari, con cigli ben tracciati e regolari), salvo indicazioni differenti sui disegni esecutivi.

#### 10.1.1 Rimozione di trovanti lapidei, residui di fondazioni, ecc.

Si intendono tutte le opere relative alla rimozione di trovanti lapidei, residui di fondazioni od altro per i quali sia necessario adoperare mezzi non utilizzati normalmente per lavori di scavo.

La demolizione dei trovanti e dei manufatti dovrà essere eseguita con martelli pneumatici od altri mezzi meccanici. I risultati delle demolizioni dovranno poi essere allontanati come normale materiale di scavo. Gli oneri per le suddette demolizioni si intendono compresi e compensati nel forfait d'appalto.

#### 10.1.2 Trasporto di materiali di scavo

L'attività riguarda il carico, il trasporto e lo scarico di tutti i materiali di risulta degli scavi. Le aree di scarico dei materiali dovranno essere individuate in apposite discariche autorizzate site al di fuori dell'area di cantiere. L'appaltatore dovrà provvedere alla ricerca di tali aree, nonché alla pulizia delle strade pubbliche che dovranno essere utilizzate per il trasporto.

Lo scarico dei materiali all'interno dell'area di cantiere potrà essere autorizzato dalla D.L. (che ne indicherà anche le specifiche zone) e solo in via temporanea.

La stessa D.L. potrà richiedere lo scarico in diverse zone del cantiere delle varie qualità di materiali provenienti dagli scavi, e che potrebbero essere riutilizzati in seguito per l'esecuzione dei lavori di rinterro.



## **10.2 Rinterri**

I rinterri saranno effettuati con ghiaione ben costipato in corrispondenza delle zone esterne al fabbricato, mentre per le zone interne i rinterri in corrispondenza degli scavi per le fosse saranno in calcestruzzo magro.

Dovrà essere prestata la massima precauzione e diligenza, secondo le prescrizioni della D.L., per i riempimenti dei vani circostanti alle tubazioni, condotti, manufatti e sottoservizi in genere.

A rinterro ultimato e prima di iniziare la formazione del sottofondo stradale, il rinterro stesso dovrà risultare sia trasversalmente che longitudinalmente conforme alle livellette e sagome di progetto o prescritte dalla D.L.

## **10.3 Riempimenti di cavità**

Per procedere al riempimento di cavità del terreno di qualsiasi origine siano esse naturali o dovute a dilavamenti per qualsiasi causa o legate alla presenza d'interventi antropici preesistenti (cantinati, cunicoli, fognature), si dovrà procedere alla rimozione di eventuali detriti, ed al riempimento delle cavità secondo le indicazioni previste per i rinterri.

Particolare attenzione dovrà essere prestata al fine di procedere al completo intasamento delle opere e poter quindi evitare la formazione di camere di scoppio.

## **10.4 Tolleranze su scavi e rinterri**

Le quote stabilite in progetto dovranno essere raggiunte con tolleranza massima di  $+ 0 - 5$  cm, per gli scavi, e  $+ 0 - 3$  cm, per i rinterri.

Il fondo degli scavi di sbancamento dovrà essere livellato con tolleranza massima non cumulabile di cm 5, verificata con regolo in ferro di m 4, previa pulizia del fondo scavo con rimozione di eventuali detriti argillosi o fangosi.

## 11. TRATTAMENTO DEL TERRENO CON JET-GROUTING

Per migliorare le caratteristiche del terreno di fondazione verranno effettuate le seguenti opere di consolidamento. Verrà realizzato un trattamento verticale colonnare del terreno con iniezione di cemento ad alta pressione mediante tecnica denominata jet-grouting.

In accordo con le indicazioni progettuali, le colonne jet iniettate saranno compenstrate o non, avranno diametro e disposizione in pianta in modo da costituire un masso di terreno trattato il più possibile uniforme ed avere le dimensioni specificate nel progetto.

Per la formazione delle colonne si potrà adottare un sistema jetting monofluido o bifluido.

A seconda del sistema la quantità minima di cemento da utilizzare per la malta d'iniezione dovrà essere:

- sistema monofluido 450 kg/m<sup>3</sup>;
- sistema bifluido 500 kg/m<sup>3</sup>.

I tests di controllo dei suddetti parametri, da eseguire in un laboratorio scelto dal Committente saranno a carico dell'Impresa aggiudicataria dei lavori di jet-grouting.

Le colonne o il gruppo di colonne saranno eseguiti 100 cm più alti della quota dell'intradosso della struttura (plinto, trave, platea) di fondazione e in seguito scapitozzati o integrati con cls, se mancanti. Qualora eseguiti da altra Impresa, i costi della scapitozzatura o il reintegro dell'altezza mancante sono a carico dell'Impresa aggiudicataria dei lavori di jet-grouting.

I parametri d'iniezione: velocità di rotazione, intervalli di risalita, numero e diametro degli ugelli d'iniezione, pressione d'iniezione e portata saranno proposti dall'Impresa aggiudicataria ed approvati dalla Direzione Lavori, dopo acquisizione delle risultanze del campo prove.

La resistenza a rottura a compressione ad espansione laterale libera su campioni prelevati da carotaggi di controllo (eseguiti su almeno il 2% dei punti di trattamento ad insindacabile giudizio della D.L.) o su provini confezionati utilizzando i fanghi di risulta, dovrà risultare non inferiore a 45-50 bars a 30-40gg dall'esecuzione.

La tolleranza del diametro delle colonne o del gruppo di colonne (quest'ultimo definito come l'inviluppo tangente alle singole colonne) non potrà essere superiore a  $\pm 2.5-5\%$ .

I tests di controllo dell'eseguito consisteranno in:

- Carotaggi di cui al punto 04.01.01.a;
- Prove econometriche da eseguirsi su almeno il 5% dei punti di trattamento, ad insindacabile giudizio del D.L.

I costi dei tests di controllo saranno a carico dell'Impresa aggiudicataria dei lavori di jet-grouting.

Sarà eseguito un campo prove le cui modalità saranno concordate con l'Impresa aggiudicataria, in adeguato anticipo rispetto all'inizio dei lavori. Tale campo prova consisterà essenzialmente, con i parametri proposti dall'Impresa, nell'esecuzione di:

- Una colonna con metodo monofluido e di una colonna con metodo bifluido, entrambe con lunghezza uguale a quella di progetto e di diametro a scelta della D.L.; messa a nudo per circa 1.5-2m con scavo ed eventuale pompaggio di acqua;
- Un gruppo di colonne con metodo a scelta della D.L. di lunghezza inferiore a quella di progetto e messa a nudo per circa 1.5-2m con scavo ed eventuale pompaggio acqua;
- Una prova di carico su colonna singola ( $Q_p=1.5Q_e$ ) a scelta della D.L.;
- Prelievo di blocchi di terreno trattato da sottoporre a rottura di compressione.

Dopo l'acquisizione dei risultati del campo prove l'Impresa proporrà la metodologia più idonea da adottare per consolidare il terreno di fondazione. I costi del campo prove sopra descritto, dello scavo ed eventuale

pompaggio acqua e della prova di carico saranno a carico dell'Impresa aggiudicataria dei lavori di jet-grouting.

In virtù della limitata area di cantiere e della presenza della copertura esistente a volta si dovrà prestare particolare attenzione durante la movimentazione delle macchine perforatrici, anche in virtù della presenza di edifici confinanti.

L'altezza minima della volta nelle aree in cui sarà realizzato il jet è di circa 7m, perciò in queste zone si dovrà utilizzare un'asta di lunghezza max di 6m in fase di perforazione. Nelle fasi di movimentazione di dovrà necessariamente riposizionare l'asta in orizzontale per la presenza delle catene della volta a circa 6m dal piano campagna.

