

COMMITTENTE/PROPRIETA'



# COMUNE DI MACELLO



TITOLO PROGETTO

**RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE DI EX OFFICINA  
ARTIGIANALE PER REALIZZAZIONE DI FABBRICATO  
DESTINATO AL RICOVERO DEI MEZZI COMUNALI E  
LOCALI DESTINATI AL PERSONALE**

LIVELLO PROGETTO

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA  
PROGETTO ESECUTIVO**

OGGETTO DELL'ELABORATO

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE TECNICA  
OPERE STRUTTURALI**

TAVOLA	versione	data	oggetto	SCALA
ST-AII.7	0	28.07.2025	I Emissione	1:20

PROGETTISTA

SIA Professionisti Associati  
dott. ing. Franco PICOTTO  
via Vittorio Veneto n.ro 27  
10100 - Cavour (TO)  
tel. +39 0175 - 69308 - +39 335 6864674  
picotto@studiosia.it  
franco.picotto@ingpec.eu

TIMBRI - FIRME

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Melchiorre STALLONE  
Ufficio Tecnico Comunale  
Via Vigone 1 - 10060 - Macello (TO)  
tel. 0121340301  
tecnico@comune.macello.to.it

TIMBRI - FIRME



<b>CAPO 1 - ASPETTI GENERALI .....</b>	<b>4</b>
1.1. Premessa.....	4
1.2. Oggetto dell'appalto .....	4
1.3. Materiali e prodotti per uso strutturale .....	5
1.3.1. <i>Identificazione e qualificazione</i> .....	5
1.3.2. <i>Prove sperimentali</i> .....	5
1.3.3. <i>Accettazione e documentazione di accompagnamento forniture</i> .....	5
1.3.4. <i>Criteri ambientali minimi</i> .....	6
1.4. Prescrizioni operative generali.....	6
1.5. Prezzi unitari .....	6
1.6. Oneri, obblighi e responsabilità dell'Appaltatore.....	7
<b>CAPO 2 - LE NUOVE OPERE DA REALIZZARE .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPO 3 - PRESCRIZIONI SUI MATERIALI COMPONENTI E MODALITA' DIESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. ....</b>	<b>8</b>
3.1 Caratteristiche dei materiali .....	8
3.1.1 <i>Cementi</i> .....	8
3.1.1.1 Controlli sul cemento .....	8
3.1.2 <i>Aggiunte</i> .....	9
3.1.2.1 Ceneri volanti.....	9
3.1.2.2 Fumo di silice .....	9
3.1.3 <i>Aggregati</i> .....	9
3.1.3.1 Aggregati di riciclo .....	9
3.1.4 <i>Acqua di impasto</i> .....	10
3.1.5 <i>Additivi</i> .....	10
3.1.6 <i>Acciaio</i> .....	11
3.1.6.1 Requisiti .....	11
3.1.6.2 Controlli sull'acciaio .....	12
3.1.6.3 Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura .....	14
3.1.6.4 Deposito e conservazione in cantiere.....	14
3.1.6.5 Criteri ambientali minimi per l'acciaio utilizzato nelle strutture in c.a. ....	14
3.2 Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito.....	14
3.2.1 <i>Le classi di resistenza</i> .....	14
3.2.2 <i>Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati</i> .....	15
3.2.3 <i>Rapporto acqua/cemento</i> .....	15
3.2.4 <i>Lavorabilità</i> .....	16
3.2.5 <i>Prescrizioni per la durabilità</i> .....	16
3.2.6 <i>Tipi di conglomerato cementizio</i> .....	17
3.3 Qualifica del conglomerato cementizio .....	17
3.4 Posa in opera del calcestruzzo.....	18
3.4.1 <i>Tolleranze esecutive</i> .....	19
3.4.2 <i>Casseforme</i> .....	19
3.4.2.1 Caratteristiche delle casseforme .....	20
3.4.2.2 Pulizia e trattamento .....	20
3.4.2.3 Predisposizione di fori, tracce e cavità .....	20
3.4.2.4 Disarmo .....	20
3.4.3 <i>Getti faccia a vista</i> .....	21
3.5 Stagionatura .....	21
3.6 Controlli in corso d'opera .....	21
3.7 Controlli supplementari della resistenza a compressione .....	23
3.7.1 <i>Carotaggi</i> .....	23
3.7.2 <i>Zona di prelievo</i> .....	24
3.8 Norme di riferimento .....	24
<b>CAPO 4 – PRESCRIZIONI SUI MATERIALI COMPONENTI E MODALITA' DIESECUZIONE DELLE OPERE IN CARPENTERIA METALLICA .....</b>	<b>25</b>
4.1 Prescrizioni generali .....	25
4.2 Modalità di esecuzione delle opere strutturali in carpenteria metallica .....	26
4.3 Materiali .....	27

4.4	Lavorazioni .....	27
4.4.1	<i>Saldature</i> .....	27
4.4.2	<i>Bullonature</i> .....	28
4.5	Modalità di montaggio.....	28
4.6	Trattamenti protettivi .....	29
4.6.1	<i>Modalità esecutiva del sistema di protezione a zincatura per immersione</i> .....	29
4.7	Collegamenti equipotenziali (CEI 81-1) .....	29
4.8	Norme di riferimento .....	30
<b>CAPO 5 – PRESCRIZIONI SUI MATERIALI COMPONENTI E MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE</b>		
	<b>IN LEGNO .....</b>	<b>30</b>
5.1	Definizione .....	30
5.2	Segati di legno .....	32
5.3	Prove di carico .....	33
<b>CAPO 6 – SCAVI DI FONDAZIONE E DEMOLIZIONI E RIMOZIONI E LINEA VITA.....</b>		<b>33</b>
6.1	Scavi di fondazione.....	33
6.2	Demolizioni e rimozioni.....	33
6.3	Linea vita .....	34

## **CAPO 1 - ASPETTI GENERALI**

### **1.1. Premessa**

Il seguente capitolato Speciale di Appalto – Opere Strutturali costituisce parte integrante del progetto delle opere necessarie al recupero e alla rifunzionalizzazione di un ex officina artigianale per la realizzazione di un fabbricato destinato al ricovero dei mezzi comunali e locali destinati al personale.

Il presente documento si articola in 6 sezioni:

- 1.1.1. il CAPO 1 illustra gli aspetti generali,
- 1.1.2. il CAPO 2 definisce le opere da realizzare,
- 1.1.3. nel CAPO 3, 4, 5 sono riportate le specifiche tecniche per le diverse strutture; e si integra con tutti gli altri documenti di appalto, in particolare con:
  - il Capitolato Speciale d'Appalto Parte Amministrativa,
  - il Capitolato Speciale d'Appalto Opere Edili,
  - gli Elaborati grafici di progetto (architettonico-edile, strutturale).
- 1.1.4. Il CAPO 6 tratta delle lavorazioni complementari.

### **1.2. Oggetto dell'appalto**

Formano l'oggetto del presente appalto l'esecuzione di tutte le opere e la somministrazione di tutte le forniture, e tutto quanto altro occorra per realizzare a perfetta regola d'arte le opere strutturali previste nel progetto descritto in premessa.

Si intendono comprese nell'appalto tutte quelle opere che, pur non essendo descritte, siano indicate nei disegni e nella documentazione allegata al progetto, od occorranza per dare i lavori finiti a regola d'arte.

Resta stabilito che, qualora vi sia contraddizione tra i disegni di progetto, il presente capitolato speciale, le relazioni di intervento, le specifiche tecniche e la descrizione delle opere, sarà valida la condizione più favorevole per l'Amministrazione.

Le descrizioni seguenti vanno lette in modo coordinato con le rappresentazioni grafiche di insieme e di dettaglio del progetto esecutivo ed illustrano le scelte progettuali definendone i requisiti prestazionali minimi.

Resta inteso che le opere dovranno comunque essere realizzate nel rispetto delle corrette regole dell'arte e delle vigenti normative tecniche e dovranno essere coordinate e organizzate in modo tale da dare le opere oggetto d'appalto perfettamente finite e funzionanti. Le opere possono essere sinteticamente riassunte a titolo puramente indicativo e non esaustivo come segue, salvo più precise indicazioni contenute nei documenti d'appalto e salvo le indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione Lavori:

- demolizione della struttura in acciaio della tettoia preesistente
- scavi a sezione obbligata per la realizzazione delle fondazioni delle colonne in acciaio della tettoia e del pilastro dell'ingresso carraio
- fondazioni a plinto per le colonne in acciaio della tettoia e del pilastro dell'ingresso carraio
- colonne in acciaio della tettoia
- rimozione della copertura lignea esistente del laboratorio
- realizzazione di nuova copertura lignea sul laboratorio
- realizzazione della copertura lignea della tettoia
- realizzazione del pilastro in c.a. sul passo carraio

### **1.3. Materiali e prodotti per uso strutturale**

#### **1.3.1. Identificazione e qualificazione**

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili,
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili,
- accettati dalla Direzione Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante prove di accettazione, così come prescritte dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018 – NTC2018) e/o richieste in corso d'opera dalla stessa Direzione Lavori.

Con riferimento ai possibili casi nei quali si può ricadere relativamente alla l'identificazione e la qualificazione(par. 11.1 del citato DM 17/01/2018):

- per l'impiego dei materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata - caso A) – questo è possibile solo se corredato della DoP – Dichiarazione di Prestazione e della marcatura CE, come prevista al Capo II del regolamento UE 305/2011 (CPR),
- per l'impiego di materiali e prodotti ricadenti nei casi B) e C) valgono le regole previste al par. 11.1 della citata Norma.

#### **1.3.2. Prove sperimentali**

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori notificati ai sensi del Capo VII del

regolamento UE 305/2011 / laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione sia per quelle di accettazione.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale devono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

#### **1.3.3. Accettazione e documentazione di accompagnamento forniture**

I materiali/prodotti utilizzati per le opere strutturali dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, per la accettazione di competenza, secondo le procedure e corredati dalla

documentazione di accompagnamento fornitura (comprovante l'identificazione, la qualificazione e la tracciabilità dei materiali) stabilita dalla Norme di riferimento (cap. 11 del DM 17/01/2018 - NTC2018).

#### **1.3.4. Criteri ambientali minimi**

Si vedano le indicazioni date nel Capitolato speciale d'appalto Parte Amministrativa e nel Capitolato speciale d'appalto Opere Edili.

#### **1.4. Prescrizioni operative generali**

Tra gli oneri dell'Appaltatore – e già compensato nei prezzi di offerta – rientra l'elaborazione del progetto di officina per le opere a carpenteria metallica. L'Appaltatore, durante lo sviluppo del progetto di officina (carpenteria metallica in genere e in legno), dovrà rispettare tutte le prescrizioni sui carichi e sulle sollecitazioni riportate nel progetto d'appalto.

In fase di esercizio tutte le strutture dovranno garantire la rigidità prescritta dalla normativa vigente e dovranno inoltre garantire la perfetta compatibilità deformativa con le finiture edilizie interagenti.

Nel caso in cui l'Appaltatore ritenesse di proporre, per motivi cantieristici, soluzioni strutturali diverse da quelle previste nel presente progetto di appalto, dovrà formulare la propria proposta tenendo conto che:

- il comportamento di insieme del complesso edilizio e delle singole membrature, dal punto di vista delle deformazioni, degli eventuali movimenti differenziali, degli stati di sollecitazione e del livello di funzionalità in genere, non dovrà essere di livello inferiore rispetto a quello atteso dal progetto;
- la durabilità delle opere non dovrà essere inferiore a quella prevista dal progetto;
- i sovraccarichi utili dovranno comunque essere quelli riportati sugli elaborati di progetto;
- la resistenza al fuoco dovrà essere quella specificata in progetto.

L'elaborazione del progetto di variante sarà in ogni caso a carico dell'Appaltatore, che dovrà assumersene tutta la responsabilità, e non dovrà provocare né lo slittamento delle date di inizio e consegna delle opere, né aumenti di costo.

La proposta dovrà essere accettata dal Direttore dei Lavori e dall'Amministrazione, secondo le procedure contrattualmente previste.

Il Direttore dei Lavori si riserva la possibilità di far eseguire, a totale carico dell'Appaltatore tutti i calcoli, tutte le prove e tutte le campionature che riterrà necessarie e sufficienti per verificare l'equivalenza tecnica della variante proposta.

#### **1.5. Prezzi unitari**

I prezzi in elenco contrattuale sono da intendersi comprensivi di tutte le lavorazioni, di tutte le forniture,

di tutti i servizi e di tutte le progettazioni costruttive e di officina necessarie per dare le opere perfettamente complete, funzionanti e collaudabili.

#### **1.6. Oneri, obblighi e responsabilità dell'Appaltatore**

Durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni del presente Capitolato Speciale, di tutti gli atti facenti parte del contratto, delle norme in essi richiamate, nonché di tutte le disposizioni della Direzione dei Lavori, di quelle di Organi Statali, Regionali, Provinciali, Comunali competenti in materia, vigenti o che venissero eventualmente emanate nel periodo di esecuzione dei lavori. Saranno a carico dell'Appaltatore anche eventuali oneri conseguenti a direttive della Direzione Lavori che impongano modifiche di programma, acceleramenti, rallentamenti o sospensioni di prestazioni od opere comprese nell'appalto.

L'Appaltatore dovrà garantire sotto la propria responsabilità l'attuazione di tutti i provvedimenti e di tutte le condizioni atte ad evitare infortuni, secondo le leggi vigenti, e far rispettare le disposizioni contenute nel Piano di sicurezza e di coordinamento. Inoltre l'Appaltatore solleva l'Amministrazione e la Direzione Lavori da ogni responsabilità per qualsiasi infortunio sul lavoro che dovessero subire le sue maestranze e quelle di eventuali subappaltatori, nonché per i danni che per causa e colpa di dette maestranze dovessero derivare a terzi, sia persone sia cose. L'Appaltatore sarà inoltre responsabile di qualsiasi danno arrecato all'edificio, inteso nella sua globalità, per negligenza, imperizia o cattivo uso da parte del personale dipendente o di dipendenza dei propri subappaltatori. Gli importi di tali danni verranno dedotti dalla contabilità finale dei lavori oggetto del presente capitolato.

È onere dell'Appaltatore, prima dell'avvio dei lavori, redigere e consegnare alla Direzione Lavori il cronoprogramma esecutivo di dettaglio dei lavori nel rispetto dei tempi contrattuali ed elaborato in relazione alle proprie tecnologie, scelte imprenditoriali ed organizzazione lavorativa, riportando, per ogni lavorazione, il periodo di esecuzione e progressivo dell'avanzamento dei lavori.

Il cronoprogramma dovrà essere mensilmente confermato o aggiornato.

L'Appaltatore si assume ogni responsabilità, sia nei confronti dell'Amministrazione e sia di terzi pubblici o privati, derivante dall'inosservanza delle norme richiamate nel presente capitolato, nonché la piena ed esclusiva responsabilità dell'esecuzione di tutti gli interventi previsti, anche ai sensi ed in virtù dei disposti di cui agli artt. 1667 e 1669 del Codice Civile.

Saranno a carico e spese dell'Appaltatore:

- la predisposizione del programma lavori con la definizione delle fasi costruttive;
- la redazione del progetto di officina (strutture di carpenteria metallica e in legno); i progetti di officina, a firma di proprio professionista abilitato di fiducia dovranno essere coerenti al progetto esecutivo ed alle norme di appalto e tenere in conto le varie fasi costruttive e le interferenze tra le stesse.
- il progetto e i disegni costruttivi di cantiere dei ponteggi e di tutte le strutture provvisorie che dovessero risultare necessari, a firma di proprio professionista abilitato di fiducia;



- i completi tracciamenti di tutte le opere, preventivamente sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori prima dell'esecuzione delle stesse; l'approvazione non esonera comunque l'Appaltatore dalla responsabilità di eventuali errori che dovessero emergere in fase di esecuzione;
- l'esecuzione delle necessarie prove, saggi e campionature di tutti i materiali e tutte le lavorazioni da effettuarsi, fino ad approvazione della Direzione Lavori;
- la fornitura delle garanzie e certificazioni relative alla resistenza al fuoco delle strutture;
- l'esecuzione di tutte le prove sui materiali e di carico sugli elementi strutturali richieste dalla Direzione Lavori e/o dal Collaudatore sia esse in laboratorio che eseguite in situ;
- la redazione di un'ampia ed esaustiva documentazione fotografica in formato digitale che documenti sia lo stato di fatto che l'avanzamento giornaliero e la fine dei lavori.

A fine lavori all'Appaltatore competono:

- la redazione degli elaborati "as-built" per le opere strutturali.

## **CAPO 2 - LE NUOVE OPERE DA REALIZZARE**

Sono oggetto del presente appalto tutte le nuove opere strutturali funzionali alla realizzazione dell'intervento descritto in premessa come illustrato nei disegni esecutivi di progetto ai quali si rimanda per l'esatta definizione delle opere medesime.

## **CAPO 3 – PRESCRIZIONI SUI MATERIALI COMPONENTI E MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A.**

### **3.1 Caratteristiche dei materiali**

#### **3.1.1 Cementi**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di marcatura CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

##### **3.1.1.1 Controlli sul cemento**

- Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la ~~fornitura~~ **fornitura** di cementi di cui al punto 4.1.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dalla DoP e marcatura CE.

Il Direttore dei Lavori verificherà periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza

del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel presente Capitolato Speciale di Appalto.

### **3.1.2 Aggiunte**

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

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

#### **3.1.2.1 Ceneri volanti**

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

#### **3.1.2.2 Fumo di silice**

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

### **3.1.3 Aggregati**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo CPR 305/2011.

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

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

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come  $\text{SO}_3$  da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

#### **3.1.3.1 Aggregati di riciclo**

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti da processi di riciclo.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti definiti al par. 11.2.9.2 del DM 17/01/2018 - NTC2018, a condizione che la miscela venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata dalla Direzione Lavori.

### 3.1.4 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

### 3.1.5 Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma uni en 934 (parti 2, 3, 4, 5). È onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione.

**Tab. 1.1 – Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione**

	<b>Rck min</b>	<b>a/c max</b>	<b>WR/SF*</b>	<b>AE*</b>	<b>HE*</b>	<b>SRA*</b>	<b>IC*</b>
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X

XS2	45	0,45	X			X	X
XS3							
XA3							
XD3							

\* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

### 3.1.6 Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto il regolamento UE 305/2011.

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

#### 3.1.6.1 Requisiti

- Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

**Tab. 1.2 – Valori max di composizione chimica secondo D.M. 17/01/2018**

Tipo di Analisi	CARBONIO <sup>a</sup> %	ZOLFO %	FOSFORO %	AZOTO <sup>b</sup> %	RAME %	CARBONIO EQUIVALENTE <sup>a</sup> %
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52
<b>a</b> = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. <b>b</b> = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.						

- Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

**Tab. 1.3 – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 17/01/2018**

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

- Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

**Tab.1.4 – Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento**

Diametro nominale (d) mm	Diametro massimo del mandrino
$\emptyset < 12$	4d
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5d
$16 < \emptyset \leq 25$	8 d
$25 < \emptyset \leq 40$	10 d

- Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018.

**Tab. 1.5 – Diametri nominali e tolleranze**

Diametro nominale (mm)	Da 5 a $\leq 8$	Da $> 8$ a $\leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione	$\pm 6$	$\pm 4,5$

### 3.1.6.2 Controlli sull'acciaio

- Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 17/01/2018 cap.11.

Tutte le forniture di acciaio devono essere corredate della documentazione di accompagnamento fornitura come specificata dal cap. 11 del richiamato DM 17/01/2018.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine, ed una

dichiarazione che certifichi che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 17/01/2018.

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

- Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori effettuerà i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 17/01/2018 cap.11.

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

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per un diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 150 cm ciascuno,

sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

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

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

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del cap.11 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

**Tab. 1.6 – Valori limite per prove acciaio**

<b>Caratteristica</b>	<b>Valore Limite</b>	<b>Note</b>
<i>f<sub>y</sub> minimo</i>	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
<i>f<sub>y</sub> massimo</i>	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
<i>Agt minimo</i>	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1.13 < f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> < 1.37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

Nel caso di risultati non conformi valgono le ulteriori prescrizioni di controllo contenute nelle Norme Tecniche (DM 17.01.2018).

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

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

### 3.1.6.3 Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo

8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

**Tab. 1.7 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate**

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
$\varnothing > 16 \text{ mm}$	7 $\varnothing$

### 3.1.6.4 Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Appaltatore avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici.

### 3.1.6.5 Criteri ambientali minimi per l'acciaio utilizzato nelle strutture in c.a.

Per gli usi strutturali devono essere utilizzati acciai prodotti con un contenuto minimo di materiale riciclato specificato in base al tipo di processo industriale, in accordo con il par. 2.4.2.5 dell'Allegato al Decreto 11/10/2017.

**Tab. 1.3 – Contenuto minimo materiale di riciclo**

Acciaio da forno elettrico	70%
Acciaio da ciclo integrale	10 %

## 3.2 Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito

### 3.2.1 Le classi di resistenza

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici ( $f_{ck}$ ) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm ( $R_{ck}$ ).

### 3.2.2 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'appaltatore (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

### 3.2.3 Rapporto acqua/cemento

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

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

( $a_{add}$ ) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

( $a_m$ ) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera; ottenendo la formula:

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

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

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

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

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere

volante; fs => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di

fumo di silice;

$K_{cv}$  ;  $K_{fs}$  => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dallanorma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).



### **3.2.4 Lavorabilità**

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tab. 2.1.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;

In generale per le strutture in elevazione non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà

l'Appaltatore responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L.:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

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

### **3.2.5 Prescrizioni per la durabilità**

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto  $(a/c)_{max}$ ;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;

- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- $D_{MAX}$  dell'aggregato;
- copriferro minimo.

### 3.2.6 Tipi di conglomerato cementizio

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

**Tab.2.1 – Fac-simile di tabella da utilizzare per la classificazione dei diversi tipi di calcestruzzo.**

		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup>	Contenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	$D_{MAX}$ mm	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento - solo se necessario	Copriferro nominale

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare (ritenuta eseguita con l'acquisizione dei FPC dei centri di produzione), che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

### 3.3 Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- 1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- 2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 17/01/2018 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'Appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Il caso 2) è trattato dal D.M. 17/01/2018 al punto 11.2.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

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

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

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

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera. Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente.

La Direzione Lavori si accerterà che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

### **3.4 Posa in opera del calcestruzzo**

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

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

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

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

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori ad immersione; l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 4.1).

**Tab.4.1 – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato**

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i>

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'Appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo. Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

### 3.4.1 Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sonoriportate di seguito per i vari elementi strutturali:

- Fondazioni a plinto:
  - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto  $S = \pm 3.0\text{cm}$
  - dimensioni in pianta  $S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
  - dimensioni in altezza (superiore)  $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
  - quota altimetrica estradosso  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
  - $S = \pm 1.0\text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

### 3.4.2 Casseforme

Per tali opere provvisorie l'Appaltatore comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché,

in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

#### **3.4.2.1 Caratteristiche delle casseforme**

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto. Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

#### **3.4.2.2 Pulizia e trattamento**

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

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

#### **3.4.2.3 Predisposizione di fori, tracce e cavità**

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

#### **3.4.2.4 Disarmo**

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate. Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

### **3.4.3 Getti faccia a vista**

Si veda quanto riportato ai paragrafi 2.3.1 e 2.3.2. del presente Capitolato.

il casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risaltidi profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

## **3.5 Stagionatura**

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;

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

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'Appaltatore, previa informazione alla Direzione Lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

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

La Direzione Lavori provvederà a prescrivere i controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a “bocca di betoniera” (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.2.4 Prelievo dei campioni) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della Direzione Lavori o di un suo incaricato. In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNIEN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso unlaboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

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

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

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

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

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

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

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

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassetta.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

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

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

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

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

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

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

L'Appaltatore sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento.

Le prove di schiacciamento dovranno essere effettuate entro i termini specificati al par. 11.2.5.3. del DM 17/01/2018 – NTC2018.

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

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018.

### **3.7 Controlli supplementari della resistenza a compressione**

#### **3.7.1 Carotaggi**

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritenga



opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma UNI EN 12504-1:2002.

### 3.7.2 Zona di prelievo

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

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

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esattadisposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

### 3.8 Norme di riferimento

<b>D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle Norme Tecniche per Costruzioni</b> <b>Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato</b> <b>Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale</b> <b>C.P.R. (UE) 305/2011 regolamento relativo ai prodotti da costruzione</b>	
<b>UNI EN 206-1:2006</b>	<i>Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità</i>
<b>UNI 11104:2004</b>	<i>Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1</i>
<b>UNI EN 197-1: 2006</b>	<i>Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni</i>
<b>UNI 9156</b>	<i>Cementi resistenti ai solfati</i>
<b>ISO 9001:2000</b>	<i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>
<b>UNI EN 12620</b>	<i>Aggregati per calcestruzzo</i>
<b>UNI 8520 Parte 1 e 2</b>	<i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti</i>
<b>UNI EN 1008:2003</b>	<i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 934-2</b>	<i>Additivi per calcestruzzo</i>
<b>UNI EN 450</b>	<i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>
<b>UNI-EN 13263 parte 1 e 2</b>	<i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>

<b>UNI EN 12350-2</b>	<i>Determinazione dell' abbassamento al cono</i>
<b>UNI EN 12350-5</b>	<i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>
<b>UNI EN 12350-7</b>	<i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>
<b>UNI 7122</b>	<i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>
<b>UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4</b>	<i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i>
<b>prEN 13791</b>	<i>Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo (in situ) della struttura in opera</i>
<b>UNI EN 12504-1:2002</b>	<i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>
<b>EN 10080 Ed. maggio 2005</b>	<i>Acciaio per cemento armato</i>
<b>UNI EN ISO 15630 -1/2</b>	<i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>
<b>EUROCODICE 2- UNI ENV 1992</b>	<i>Progettazione delle strutture in c.a.</i>
<b>UNI ENV 13670-1</b>	<i>Execution of concrete structures</i>
<b>UNI 8866</b>	<i>Disarmanti</i>

## **CAPO 4 – PRESCRIZIONI SUI MATERIALI COMPONENTI E MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN CARPENTERIA METALLICA**

### **4.1 Prescrizioni generali**

Le strutture metalliche previste a progetto sono costituite dalle colonne in profilo HEA 200 della tettoia.

Tutte le strutture metalliche dovranno essere realizzate nel pieno rispetto delle prescrizioni di esecuzione della norma UNI-EN 1090 per la classe di esecuzione EXC2, osservando inoltre le prescrizioni di cui al presente CSA nonché quelle del D.M. 17.01.2018.

Nella programmazione degli interventi l'Appaltatore, a proprio esclusivo onere e rischio, stabilirà l'ordine delle operazioni e di tutti gli interventi correlati con l'esecuzione delle opere e/o l'assemblaggio delle strutture.

A tal fine dovranno essere previste e programmate tutte le operazioni e le forniture da effettuarsi su altri sub-sistemi edilizi di interfaccia con le opere del presente articolo e che in via esemplificativa ma non limitativa sono qui di seguito elencate:

- provvedere a predisporre fori e/o passaggi per tubazioni e condutture, relative a qualsiasi impianto e/o fornitura;
- provvedere a inserire elementi aggiunti saldati e/o bullonati o comunque provvedere a quanto necessario ad attrezzare la struttura a fornire vincolo ai pannelli fotovoltaici individuati in

fasecostruttiva;

- provvedere a predisporre sulle strutture in c.a., ove indicato dagli elaborati di Progetto e/o dalla Direzione Lavori, l'inserimento di elementi metallici e/o di interfaccia quali mensole e/o vincoli di vario tipo;
- provvedere a predisporre le opere accessorie tenendo conto delle esigenze strutturali e di vincolo previste.

#### **4.2 Modalità di esecuzione delle opere strutturali in carpenteria metallica**

L'Appaltatore, prima della realizzazione in officina e della posa in opera, dovrà provvedere ad eseguire un tracciamento, a rilevare le esatte dimensioni dei luoghi ove dovranno essere montate le strutture in acciaio e/o in acciaio-clt e ad elaborare disegni costruttivi di officina e di cantiere illustranti i sistemi ed i componenti utilizzati. La D.L., darà all'Appaltatore, mediante disegni e/o indicazioni comunque rese, le opportune disposizioni che quest'ultimo dovrà riportare sui disegni costruttivi.

Gli elaborati costruttivi di cantiere dovranno essere rispondenti alle indicazioni degli elaborati architettonici/impiantistici e strutturali di progetto e dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le indicazioni di cui agli elaborati del Progetto d'Appalto si intendono essere esemplificative, ma non limitative e pertanto potranno essere modificate in sede di intervento, in rapporto allo stato dei luoghi, senza che l'Appaltatore possa chiedere compenso alcuno.

L'intervento costruttivo, tuttavia, dovrà restare fedele agli obiettivi progettuali originari del Progetto d'Appalto; pertanto i disegni costruttivi di cantiere e le relazioni di verifica strutturale, ove specificamente richieste, dovranno essere sottoposte alla D.L. per approvazione, che ne verificherà la rispondenza a tutte le prescrizioni riportate nel presente articolo, nonché alle disposizioni di cui al D.M. 17.01.2018 ed agli obiettivi progettuali originari.

In particolare tali disegni dovranno evidenziare:

- la disposizione geometrica delle strutture metalliche in rapporto alle dimensioni degli spazi dove sono previste;
- l'accostamento e le condizioni di interfaccia tra i diversi elementi che compongono le strutture e gli altri sub-sistemi edilizi/impiantistici illustrati nei documenti di progetto;
- i sistemi di vincolo del complesso strutturale e degli elementi componenti.

Tutti gli elementi componenti la struttura metallica da realizzare dovranno essere marcati e/o contrassegnati opportunamente, riportando le marche negli elaborati costruttivi.

Nell'esecuzione delle strutture metalliche non saranno ammessi fori e/o tagli eseguiti con cannello ossiacetilenico; i sistemi usati, anche se di tipo termico, dovranno garantire la perfetta esecuzione del taglio e/o della foratura secondo il tracciamento.

Tutte le sbavature e gli spigoli taglienti derivanti anche dalla esecuzione di taglio e foratura dovranno essere asportati e ridotti mediante molatura.

L'Appaltatore, prima della posa in opera, dovrà provvedere ai montaggi provvisori in officina per quanto necessario, onde evitare il caso di una eventuale impossibilità di montaggio e/o del non perfetto assiemaggio dei pezzi.

Nel caso ciò accadesse l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese alle eventuali operazioni di correzione e/o di sostituzione e rifacimenti anche dell'intera struttura metallica, in accordo alle disposizioni che impartirà la Direzione Lavori.

L'Appaltatore è tenuto ad allontanare dal cantiere quanto non eseguito correttamente, isolandolo e/o segregandolo e contraddistinguendolo opportunamente per tutto il tempo che sosterrà nell'area del cantiere, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

### **4.3 Materiali**

Per la realizzazione delle opere strutturali si utilizzeranno acciai conformi alle norme UNI EN 10025 (laminati), UNI EN 10210 (tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per tubi saldati), recanti la marcatura CE.

Sono previsti i seguenti prodotti:

- acciaio per elementi strutturali: S275JR in accordo alle specifiche richieste negli elaborati di progetto;
- viti: classe 8.8 in accordo alle specifiche richieste negli elaborati di progetto;
- dadi: classe 8.8 in accordo alle specifiche richieste negli elaborati di progetto.

Tutti i materiali dovranno essere identificati, qualificati e marcati in modo inalterabile nel tempo, come previsto dal D.M. 17.01.2018 citato.

Per quanto concerne gli elettrodi per saldatura dovranno essere del tipo E44, Classe di Qualità 3 o 4, secondo UNI 5132, per saldatura manuale ad arco.

La Direzione Lavori ordinerà controlli in cantiere sugli acciai qualificati e/o su manufatti saldati e/o bullonati secondo le modalità previste dal paragrafo 11.3.4.11.3. del citato D.M. 17/01/2018 – NTC2018 (all'atto dell'approvvigionamento dei materiali l'Appaltatore dovrà tenere conto delle maggiori lunghezze di ordinazione necessarie al prelievo dei saggi da sottoporre a prova), acquisendo nel contempo la documentazione sui controlli eseguiti nei centri di trasformazione (officina) a cura e responsabilità del Direttore Tecnico di officina e la documentazione di tracciabilità dei materiali, come prevista dal citato DM e dalla UNI EN 1090.

### **4.4 Lavorazioni**

Tutte le lavorazioni saranno eseguite in conformità con quanto disposto dal D.M. 17.01.2018 e dalle norme CNR e/o UNI di competenza.

#### **4.4.1 Saldature**

Sono ammessi tutti i tipi di saldatura previste dalle Norme.

Nell'esecuzione delle saldature, le tipologie di preparazione dei lembi dovranno essere preventivamente verificate con la Direzione Lavori.

Tutte le saldature dovranno essere eseguite in officina e controllate con controlli non distruttivi secondo le modalità stabilite con la Direzione Lavori.

Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di particelle eterogenee, soffiature per bolle gas, incollature per sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punte di spillo, tracce di ossidazione ed altre irregolarità e difetti.

I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccessodi corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

Tutte le unioni saldate dovranno rispondere a quanto previsto nella vigente normativa (DM 14/01/2018 – NTC2018).

#### **4.4.2 Bullonature**

Le unioni bullonate dovranno rispondere alle prescrizioni della vigente normativa (DM 17/01/2018 – NTC2018) e alla CNR 10011; non sono ammesse giunzioni bullonate aventi diametro inferiore a 12 mm, se non per giunzioni non strutturali.

I bulloni saranno del tipo ad alta resistenza delle classi 8.8 e 10.9, secondo UNI 3740, come rappresentato sui disegni di progetto ed avranno caratteristiche dimensionali conformi alla UNI 5712 per le viti ed UNI 5713 per i dadi.

La associazione di viti e dadi e la qualità delle rosette dovranno essere conformi alle norme vigenti.

Non è ammesso l'impiego di bulloni che non portino su viti e dadi il contrassegno col marchio del produttore e la classe

I dadi dovranno essere avvitati con chiavi dinamometriche tarate per ciascun diametro di bullone.

L'uso di chiavi fisse di adeguata lunghezza è consentito solo se autorizzato dalla Direzione Lavori.

Non sarà ammessa, durante il montaggio, l'asolatura, ottenuta col cannello, di fori non combacianti per errato tracciamento.

I bulloni necessari all'assemblaggio delle varie parti dovranno potersi infilare senza difficoltà e dovranno pervenire in cantiere in appositi contenitori.

#### **4.5 Modalità di montaggio**

L'Appaltatore nell'esecuzione del lavoro dovrà rispettare tutte le indicazioni operative e dimensionali prescritte da norme ed istruzioni tecniche e dalle specifiche indicazioni contenute nel presente CSA.

L'Appaltatore, prima del montaggio, dovrà provvedere ad eseguire un tracciamento e a ispezionare e verificare gli attacchi, gli allineamenti ed i livelli risultanti dalla parte di intervento già realizzata.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri derivanti da eventuali anomalie e/o difformità rispetto agli elaborati di progetto, riscontrabili in cantiere.

L'Appaltatore dovrà comunque segnalare tali difformità, e non saranno pertanto accettate soluzioni che prevedano "distorsioni" impresses alla struttura per facilitarne il montaggio.

L'Appaltatore dovrà provvedere a tutte quelle forniture, operazioni e lavorazioni, quali ad es. i noli di apparecchi di sollevamento e/o di sostegno, oltre alle gru di cantiere, che si rendessero necessarie per la realizzazione dei montaggi, nel corso della costruzione, in complete condizioni di stabilità dell'opera.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri derivanti da predisposizioni ed attività di premontaggio in officina

atte ad assicurare la perfetta assemblabilità delle opere in cantiere.

L'Appaltatore dovrà provvedere altresì alla predisposizione di tutti quegli accorgimenti, quali dime, tirafondi, collegamenti, piastre di montaggio, nonché alla fornitura di malte e/o betoncini idonei, antiritiro e ad alta resistenza, necessari per gli ammarraggi previsti e/o utili al montaggio.

Le strutture metalliche montate dovranno rispondere alle seguenti tolleranze di montaggio:

- dimensioni lineari:

• fino a 15 m	+0; -10 mm
• da 15 m fino a 30 m	+0; -15 mm
• oltre 30 m	+0; -20 mm

- piombo delle colonne 1 ‰

• livello piastra di base della prima colonna eretta	+0; -5 mm
• livello trave al collegamento con la colonna	+0; -5 mm
• differenza di livello fra i terminali di una trave	+0; -5 mm.

#### 4.6 Trattamenti protettivi

Per le strutture metalliche nelle quali sia previsto il trattamento protettivo di zincatura per immersione.

##### 4.6.1 Modalità esecutiva del sistema di protezione a zincatura per immersione

Il sistema di protezione dovrà essere eseguito nel modo seguente:

- 1) Preparazione della superficie.
- 2) Zincatura per immersione a caldo secondo UNI EN ISO 1461, UNI EN

10240. Quantità minima di zinco:

- 500 g/m<sup>2</sup> per profilati, tubi, piatti, ecc.;
- 375 g/m<sup>2</sup> per dadi e bulloni.

Lo zinco da impiegare nel bagno dovrà essere almeno di qualità Zn 99.9 secondo UNI 2013.

Lo strato di zinco dovrà presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie ed analoghi difetti.

Sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si dovranno effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzoutensile ad eccezione della filettatura dei dadi.

Dopo la zincatura i dadi dovranno potersi avvitare agevolmente ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non dovranno aver subito deformazioni od alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche.

#### 4.7 Collegamenti equipotenziali (CEI 81-1)

Tutte le strutture e/o tutti gli elementi metallici dovranno essere dotati di collegamenti equipotenziali che ne realizzino la continuità elettrica, da eseguirsi secondo le prescrizioni del capitolato impianti elettrici.

#### **4.8 Norme di riferimento**

La costruzione, in tutte le attività di officina e di cantiere, dovrà avvenire nel pieno rispetto delle leggi e delle norme tecniche vigenti, inerenti le opere strutturali. Si farà particolarmente riferimento a:

- Decreto 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Legge 05.11.1971 n. 1086
- CNR 10011/86; Boll. Uff. Anno XXVI, n. 164-1992; Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la UNI ENV 1993-1-1 "Eurocodice 3 -Progettazione delle strutture di acciaio – parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- CNR 10022/84; "Profili formati a freddo: Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni"
- CNR 10027/85; "Strutture di acciaio per opere provvisorie. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"
- UNI-EN 74, Ottobre 1990 "Giunti, spinotti e basette per montaggi di servizio e di sostegno costruiti con tubi di acciaio. Requisiti e metodi di prova."
- UNI-EN 1090-1 "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali"
- UNI-EN 1090-2 "Requisiti tecnici per la realizzazione delle strutture in acciaio".

### **CAPO 5 – PRESCRIZIONI SUI MATERIALI COMPONENTI E MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN LEGNO**

#### **5.1 Definizione**

Sono previste in progetto le opere in legno relative alla ricostruzione della copertura sul laboratorio e quelle di copertura della nuova tettoia.

- Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivati dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.
- I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.
- Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.
- In ogni caso dovranno essere rispettate le specifiche e le indicazioni di cui alle Norme Tecniche 2018 ed alle relative disposizioni e circolari applicative. Le prescrizioni di cui alle NTC 2018 in caso di contrasto, prevarranno sulle indicazioni di normative precedenti.
- Dovranno quindi essere rispettate le specifiche di cui ai capitoli 11.7 Materiali e prodotti a base di legno. Con riferimento ai materiali utilizzati nel presente progetto si richiamano in particolare i punti 11.7.4 (legno

lamellare incollato), 11.7.7 (adesivi) ed 11.7.8 (elementi meccanici di collegamento), che vengono qui riportati.

#### - NTC 2018 - 11.7.4 LEGNO LAMELLARE INCOLLATO

##### - Requisiti di produzione e qualificazione

- Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato debbono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

- I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale, per cui non è ancora obbligatoria la procedura della marcatura CE ai sensi del DPR 246/93, per i quali si applica il caso B di cui al §11.1, devono essere qualificati così come specificato al § 11.7.10, cui si deve aggiungere quanto segue.

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

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

- I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo.

- Ai produttori di elementi in legno lamellare è fatto altresì obbligo di:

- Sottoporre la produzione, presso i propri stabilimenti, ad un controllo continuo documentato condotto sulla base della norma UNI EN 386:2003. Il controllo della produzione deve essere effettuato a cura del Direttore Tecnico di stabilimento, che deve provvedere alla trascrizione dei risultati delle prove su appositi registri di produzione. Detti registri devono essere disponibili al Servizio Tecnico Centrale e, limitatamente alla fornitura di competenza, per il Direttore dei Lavori e il collaudatore della costruzione.

- Nella marchiatura dell'elemento, oltre a quanto già specificato nel § 11.7.10.1, deve essere riportato anche l'anno di produzione.

- Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della sezione trasversale indicati nella norma UNI EN 386:2003.

- I giunti a dita "a tutta sezione" devono essere conformi a quanto previsto nella norma UNI EN 387:2003. I giunti a dita "a tutta sezione" non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

##### - Classi di resistenza

- L'attribuzione degli elementi strutturali di legno lamellare ad una classe di resistenza viene effettuata dal produttore secondo quanto previsto ai punti seguenti.

##### - *Classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle*

- Le singole lamelle vanno tutte individualmente classificate dal produttore come previsto al § 11.7.2. L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento "omogeneo") oppure da lamelle di diversa qualità (elemento "combinato") secondo



quanto previsto nella norma UNI EN 1194:2000.396

- Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato.
- *Attribuzione diretta in base a prove sperimentali*
- Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla UNI EN 1194:2000, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

#### - NTC 2008 - 11.7.7 ADESIVI

- Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.
- Adesivi per elementi incollati in stabilimento
- Gli adesivi fenolici ed amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301:2006. In attesa di una specifica normativa, gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico od amminoplastico così come specificato nella norma UNI EN 301:2006, tramite idonee prove comparative.
- Adesivi per giunti realizzati in cantiere
- In attesa di una specifica normativa europea, gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 301:2006) devono essere sottoposti a prove in conformità ad idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.
- 397

#### - NTC 2008 - 11.7.8 ELEMENTI MECCANICI DI COLLEGAMENTO

- Per tutti gli elementi metallici che fanno parte di particolari di collegamento (metallici e non metallici, quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc.) le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.

### **5.2 Segati di legno**

- I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:
- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI

### **5.3 Prove di carico**

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

## **CAPO 6 – SCAVI DI FONDAZIONE E DEMOLIZIONI E RIMOZIONI E LINEA VITA**

### **6.1 Scavi di fondazione**

Sono previsti scavi per la realizzazione dei plinti delle colonne della tettoia e del pilastro dell'ingresso carraio.

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo alle travi, a pareti o a plinti di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle opere prima che la direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate o con altro materiale se indicato in progetto o comunque richiesto dalla Direzione Lavori, sino al piano del terreno naturale primitivo.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza di stabilità delle pareti di scavo, a garantire la quale deve provvedere di propria iniziativa adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

### **6.2 Demolizioni e rimozioni**

E' prevista la demolizione della struttura in acciaio della tettoia preesistente e la rimozione della copertura

del laboratorio.

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

La demolizione in quota della struttura in acciaio dovrà avvenire con l'ausilio di autogru telescopica e cestelli elevatori allo scopo di riportare al piano cortile le travi reticolari e i pilastri. Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'Art. 36 del DM LLPP n.145 del 2000, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

### **6.3 Linea vita**

L'installazione della linea vita è prevista su entrambi le coperture con componenti come da specifiche progettuali e posa in opera a regola d'arte con personale abilitato e certificato, la viteria d'installazione, la verifica di funzionalità e la copertura assicurativa dei prodotti.

Normativa di riferimento

Normativa Nazionale

D.Lgs 81/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Art. 22 – Obblighi dei progettisti

Art. 26 – Obblighi connessi ai contratti di appalto o d'opera o di somministrazione

Art. 90 – Obblighi del committente o del responsabile dei lavori

Art. 91 – Obblighi del coordinatore per la progettazione

Art. 105 – Attività soggette

Art. 115 – Sistemi di protezione contro le cadute dall'alto

Art. 126 – Parapetti

Art. 1.7.2.1 Allegato IV Requisiti dei luoghi di lavoro – Parapetto normale

Art. 1.7.2.1 Allegato IV – Parapetto normale con arresto al piede

Art. 1.7.2.1 Allegato IV– Parapetto equivalente

Normativa Comunitaria UNI EN Protezione contro le cadute dall'alto – Dispositivi di ancoraggio

UNI EN 795 – Dispositivi di ancoraggio -Requisiti e prove

UNI EN 516 – Accessori prefabbricati per coperture. Installazioni per l'accesso al tetto, passerelle, piani di camminamento e scalini posa piede.

UNI EN 517 – Accessori prefabbricati per coperture ganci di sicurezza da tetto

UNI EN 341 – Dispositivi di discesa

UNI EN 12951 – Accessori prefabbricati per coperture – Scale permanentemente fissate per coperture

Protezione contro le cadute dall'alto – Dispositivi di protezione individuali

UNI EN 353-2 – Dispositivi anticaduta su fune

UNI EN 354 – Cordini

UNI EN 355 – Assorbitori di energia

UNI EN 361 – Imbracature per il corpo

UNI EN 362 – Connettori

UNI EN 363 – Sistemi di arresto caduta

UNI EN 364 – Metodi di prova

UNI EN 365 – Requisiti generali per le istruzioni per l'uso, la manutenzione, l'ispezione periodica, la riparazione, la marcatura e l'imballaggio

UNI EN 397 – Dispositivo di protezione per il capo

UNI EN 813 – Cinture e cosciali

UNI EN 1891 – Corde con guaina a basso coefficiente di allungamento

UNI EN 11158 – Sistemi di arresto caduta. Guida per la selezione e l'uso

COLLAUDI

Alla fine dei lavori si procederà alla verifica dell'idoneità della installazione eseguendo in situ una prova statica su una porzione del sistema installato sulla struttura, con le modalità prevista dalla norma UNI EN 795 ovvero:

Prova statica: un campione del fissaggio dell'ancoraggio A1 installato sul materiale sarà sottoposto a prova statica imponendo una forza di trazione assiale di 3 kN a conferma della solidità del fissaggio.

La forza verrà mantenuta costante per 15 secondi. Si verificherà che il materiale nel quale è stato fissato il dispositivo di classe A1 non subisca strappi, lacerazioni, fessurazione, cedimenti, diminuzioni di capacità portante.

Prova dinamica: un campione di dispositivo installato sarà sottoposto ad una prova di trazione statica imponendo una forza di 3 kN e misurando tale forza mediante dinamometro sottoposto periodicamente a verifica di conformità metrologica. La forza verrà mantenuta costante per 15 secondi.

Si verificherà che il sistema anticaduta di classe C ha sopportato la forza e il materiale nel quale è stato fissato non subisca strappi, lacerazioni, fessurazione, cedimenti, diminuzioni di capacità portante.

Elaborati "as-built"

A verifica positiva consegnerà alla Committenza/Conducente dell'attività la seguente documentazione:

- Rapporto di Verifica di funzionalità in opera;
- Dichiarazione di corretta posa in opera del sistema;
- Dichiarazione del produttore sulla conformità degli elementi installati;
- Libretto d'uso e manutenzione del sistema;
- Registro di Utilizzo;
- Registro Controlli e Manutenzione.

Per le specifiche si veda le tavole della copertura in progetto.