

# COMUNE DI MONZA

Provincia di Monza e della Brianza  
NUOVA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "BELLANI"  
di via Ugo Foscolo in Monza

## COMUNE DI MONZA

PROPRIETARIO

Provincia di Monza e della Brianza

### PROGETTO DI FATTABILITA' TECNICO-ECONOMICA

OGGETTO

ai sensi Art. 41 c.6 D.lgs 36 del 31.03.2023 e artt. 6-21 all. 1.7 del D.lgs 36 del 31.03.2023

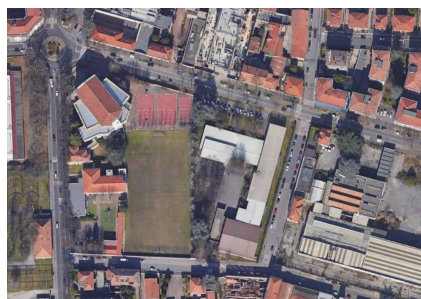


ARCHITETTURE COSTRUITE

**STUDIO AR.CO ARCHITETTURE COSTRUITE**

di Renzo Ascari e Giuseppe Tremolada Architetti Associati

Via Pontida, 72 - 20833 Giussano (MB) - Tel. 0362 354308 - Fax 0362 354708 - starco@tin.it - www.studioarco.info



IL COMUNE

ORDINE DEGLI ARCHITETTI,  
PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E  
CONSERVATORI DELLA PROVINCIA  
DI MONZA E DELLA BRIANZA

IL CAPOGRUPPO  
PROGETTISTI

RENZO  
ASCARI  
ARCHITETTO

322



IL PROGETTISTA STRUTTURALE



**STUDIO AR.CO ARCHITETTURE COSTRUITE** di Renzo Ascari e Giuseppe Tremolada Architetti Associati  
Via Pontida 72, 20833 Giussano (MB) Tel 0362/354308 Fax 0362/354708 - starco@tin.it - www.studioarco.info  
PROGETTO ARCHITETTONICO - CAPOGRUPPO



**B&C Associati** - Ing. Antonio Capsoni  
Via Volta 70, 22100 Como (CO) Tel 031/271781 - info@bieciassociati.com  
PROGETTO STRUTTURE - MANDANTE



**STUDIO DI INGEGNERIA** Ing. Nicola Piazza  
Via Statale 5/s, 23807 Merate (LC) Tel 039/5983544 Fax 039/5983640 - nicola.piazza@npingegneria.com  
PROGETTO IMPIANTI

Disegno  
**PFTE**  
R04\_CAPITOLATO PRESTAZIONALE

Scala

Data

N° TAVOLA

Luglio 2024

# R04

Avanzamento 08/03/2024

Consegna 12/04/2024

AC

COORDINATORE PROGETTISTA

LA

REDAZIONE ELABORATO

2023-22

CODICE

FILE



## **RIQUALIFICAZIONE NUOVA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO BELLANI – VIA UGO FOSCOLO – MONZA**

### **PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA R04\_CAPITOLATO PRESTAZIONALE DELLE OPERE STRUTTURALI**

PROT:	2023-22
COMMITTENTE:	COMUNE DI MONZA
AUTORE:	B&C ASSOCIATI
DATA:	LUGLIO 2024 (REV.01)

## Indice

<b>1</b>	<b>Aspetti Generali</b>	<b>4</b>
1.1	Premessa.....	4
1.2	Oggetto dell'Appalto.....	4
1.3	Materiali e prodotti ad uso strutturale.....	4
1.3.1	Generalità	4
1.3.2	Identificazione e qualificazione	4
1.3.3	Prove sperimentali	5
1.3.4	Accettazione e documentazione di accompagnamento forniture	5
1.3.5	Criteri ambientali minimi	5
1.4	Prescrizioni operative generali.....	5
1.5	Prezzi unitari.....	6
1.6	Oneri, obblighi e responsabilità dell'Impresa .....	6
<b>2</b>	<b>Opere a progetto</b>	<b>7</b>
2.1	Generalità .....	7
2.1.1	Fondazioni & Opere di miglioramento dei terreni	7
2.1.2	Livello piano terreno	7
2.1.3	Livelli piani superiori	7
2.1.4	Livello copertura	7
2.1.5	Quinta esterna e balconi	7
2.2	Calcestruzzo .....	8
2.2.1	Acqua	8
2.2.2	Cementi	8
2.2.3	Aggiunte	8
2.2.4	Aggregati	8
2.2.5	Acqua di impasto	8
2.2.6	Additivi	8
2.3	Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito.....	9
2.3.1	Generalità	9
2.3.2	Le classi di resistenza	9
2.3.3	Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati	9
2.3.4	Rapporto acqua/cemento	10
2.3.5	Lavorabilità	10
2.3.6	Prescrizioni per la durabilità	11
2.3.7	Tipi di conglomerato cementizio	11
2.3.8	Qualifica del conglomerato cementizio	11
2.4	Acciaio d'armatura .....	12
2.4.1	Requisiti di Saldabilità e Composizione Chimica	12
2.4.2	Proprietà meccaniche	12
2.4.3	Prova di piega e raddrizzamento	12
2.4.4	Diametri e sezioni equivalenti	13
2.4.5	Controlli sull'acciaio / Controllo della documentazione	13
2.4.6	Controlli sull'acciaio / Controllo di accettazione	13
2.4.7	Lavorazioni	14
2.4.8	Deposito e conservazione in cantiere	14
2.4.9	Criteri ambientali minimi per l'acciaio utilizzato nelle strutture in c.a.	14
2.4.10	Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata	14
2.5	Acciaio per strutture metalliche .....	14

2.5.1	Generalità	14
2.5.2	Strutture saldate	14
2.5.3	Bulloni	14
2.5.4	Verniciature	15
2.6	Materiali e prodotti a base di legno per usi strutturali .....	15
2.6.1	Legno massiccio	15
2.6.2	Legno lamellare	15
2.6.3	Adesivi	18
2.6.4	Elementi meccanici di collegamento	18
<b>3</b>	<b>Opere compiute</b>	<b>20</b>
3.1	Tracciamenti .....	20
3.2	Movimenti terra .....	20
3.3	Scavi e rinterri .....	20
3.3.1	Scavi di sbancamento	20
3.3.2	Scavi di fondazione e a sezione obbligata	20
3.3.3	Scavi in presenza d'acqua e scavi subacquei	21
3.3.4	Presenza di gas negli scavi	21
3.3.5	Rinterri	21
3.4	Interventi di miglioramento del terreno .....	22
3.4.1	Costipamento del terreno	22
3.5	Opere in Calcestruzzo .....	22
3.5.1	Trasporto e consegna del calcestruzzo	22
3.5.2	Posa in opera	23
3.5.3	Riprese di getto	25
3.5.4	Casseforme	25
3.5.5	Posa in opera delle armature per c.a.	26
3.5.6	Giunzioni di barre da c.a.	27
3.5.7	Temperatura di getto	27
3.5.8	Ripristini e stuccature	27
3.5.9	Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio	27
3.5.10	Stagionatura	28
3.5.11	Maturazione accelerata con trattamenti termici	28
3.5.12	Disarmo	29
3.5.13	Tolleranze esecutive	29
3.5.14	Prelievi e controlli	29
3.5.15	Controlli supplementari della resistenza a compressione	30
3.6	Solai .....	31
3.7	Murature .....	31
3.8	Drenaggi e Vespai .....	31
3.9	Impermeabilizzazioni .....	31
3.10	Regole Generali .....	32
3.11	Opere provvisorie .....	32
<b>4</b>	<b>Prove di carico</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>Norme e Regolamenti</b>	<b>32</b>

## 1 Aspetti Generali

### 1.1 Premessa

Il presente capitolato illustra i contenuti tecnico-prestazionali relativi alle opere strutturali previste nell'ambito della nuova realizzazione della scuola secondaria in epigrafe.

Le opere verranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa ed accettato dalla Direzione dei Lavori.

### 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 nell'ambito del progetto: **Nuova scuola secondaria di primo grado "Bellani", di via Ugo Foscolo in Monza (MB).**

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 il Committente.

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 le più precise indicazioni contenute nei documenti d'appalto e le indicazioni che potranno essere impartite dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo:

- struttura mista in c.a. e legno composta da due corpi affiancati su livelli sfalsati; balconi e quinta esterna in carpenteria metallica;
- fondazioni superficiali costituite da platee di spessore 60cm e 40cm sotto entrambi i corpi principali;
- piano terra corpo basso in c.a. caratterizzato da solaio pieno bidirezionale (sp.30cm) e solaio cassettonato (sp. 40+10=50cm) per coprire luce di c.ca 10m;
- parte alta corpo basso e intero corpo alto in legno, nello specifico:
  - legno lamellare tipo CLT (Cross Laminated Timber) per elementi bidirezionali quali solai, copertura e muri;
  - legno lamellare tipo in Glulam per elementi monodirezionali quali travi e colonne;
- contornano i due corpi centrali due strette ali esterne e una centrale ad uso servizi, corpi scale e vani ascensore, interamente in ca. su tutt'altezza; questi servono quali elementi resistenti nei confronti delle azioni orizzontali (sisma e vento);
- copertura a doppia falda per entrambi i corpi.

### 1.3 Materiali e prodotti ad uso strutturale

#### 1.3.1 Generalità

I materiali per le opere strutturali devono essere conformi alle caratteristiche prescrizioni del NTC 2018, da ritenersi parte integrante del presente Capitolato d'Appalto, le cui prescrizioni sono da ritenersi cogenti. Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Quando la Direzione lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

#### 1.3.2 Identificazione e qualificazione

Per i controlli di accettazione e le prove sui materiali da utilizzarsi per le opere strutturali valgono tutte le prescrizioni, da ritenersi cogenti, richiamate dal vigente NTC 2018. L'Impresa sarà inoltre comunque obbligata a

prestarsi in ogni tempo a prove sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ai Laboratori prove ed analisi debitamente riconosciuti.

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 dei 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 NTC 2018 (DM 17/01/2018) 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 delle NTC 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.

### 1.3.3 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.

### 1.3.4 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 delle NTC 2018).

### 1.3.5 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'Impresa – e già compensato nei prezzi di offerta – rientra l'elaborazione del progetto di cantierizzazione di tutte le opere strutturali in appalto e quello di officina per le opere a carpenteria metallica. L'Impresa, durante lo sviluppo del progetto di cantierizzazione (definizione delle fasi di lavorazione e eventuali relativi adattamenti del progetto strutturale esecutivo di appalto) e di officina (carpenteria metallica in genere), 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 rigidezza prescritta dalla normativa vigente e dovranno inoltre garantire la perfetta compatibilità deformativa con le finiture edilizie interagenti. Nel caso in cui l'Impresa, previo consenso della Direzione dei Lavori, 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'Impresa, 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 quindi essere accettata dal Direttore dei Lavori, la quale si riserva la possibilità di far eseguire, a totale carico dell'Impresa 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'Impresa

Durante l'esecuzione dei lavori, l'Impresa 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.

L'Impresa 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'Impresa 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'Impresa sarà inoltre responsabile di qualsiasi danno arrecato all'edificio, inteso nella sua globalità, per negligenza, imperizia o cattivo uso da parte del personale dipendente di dipendenza dei propri subappaltatori. Gli importi di tali danni verranno dedotti dalla contabilità finale dei lavori oggetto del presente capitolato.

È onere dell'Impresa, 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'Impresa si assume ogni responsabilità 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.

L'Impresa dovrà nominare, prima della consegna dei lavori, una persona giuridicamente e professionalmente idonea, che possa ricevere ordini e disporre per l'esecuzione degli stessi, a cui spetterà la responsabilità della Direzione del cantiere stesso, nonché garantire la presenza continua in cantiere del Capo cantiere.

Saranno a carico e spese dell'Impresa:

- la predisposizione del programma lavori con la definizione delle fasi costruttive;
- la redazione del progetto di cantierizzazione (definizione delle fasi di lavorazione e eventuali relativi adattamenti del progetto strutturale esecutivo di appalto) e di officina (strutture di carpenteria metallica), a firma di proprio professionista abilitato di fiducia;
- 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 esonererà comunque l'Impresa dalla responsabilità di eventuali errori che dovessero emergere in fase di esecuzione;
- la fornitura delle garanzie e certificazioni relative alle strutture;
- l'esecuzione di tutte le prove, saggi, campionature e 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 digitale che documenti l'avanzamento giornaliero e la fine dei lavori strutturali.

## 2 Opere a progetto

### 2.1 Generalità

Segue sommaria descrizione, rinviando agli altri documenti di Progetto Esecutivo per maggiori ed esaurienti dettagli su consistenza e geometria dei singoli elementi.

#### 2.1.1 Fondazioni & Opere di miglioramento dei terreni

Tutte le fondazioni sono di tipo superficiale, in calcestruzzo armato ed impostate sul substrato portante da sottoporre a compattazione meccanica mediante passate multiple con rullo vibrante.

Sarà onere dell'Impresa, di concerto con la Direzione dei Lavori, la verifica della consistenza puntuale del piano d'imposta delle fondazioni.

#### 2.1.2 Livello piano terreno

Il livello terreno prevede la realizzazione di aule, corridoi e spazi comuni e con struttura in calcestruzzo armato e solai bidirezionali pieni e a cassettoni, per corpo di valle, elevazioni e solai in legno per corpo di monte, con requisiti prestazionali definiti negli elaborati grafici e nel presente Capitolato.

#### 2.1.3 Livelli piani superiori

I livelli superiori prevedono la realizzazione di spazi sempre ad uso didattico con elevazioni in ed orizzontamenti in legno, tecnologia Glulam e CLT, e balconi in carpenteria metallica, con requisiti prestazionali definiti negli elaborati grafici e nel presente Capitolato.

#### 2.1.4 Livello copertura

Il livello copertura a doppia falda sempre in legno (tipo CLT), con requisiti prestazionali definiti negli elaborati grafici e nel presente capitolo.

#### 2.1.5 Quinta esterna e balconi

Strutture in carpenteria metallica, con requisiti prestazionali definiti negli elaborati grafici e nel presente capitolo.



## Caratteristiche dei materiali e delle lavorazioni

### 2.2 Calcestruzzo

#### 2.2.1 Acqua

L'acqua per l'esecuzione dei lavori, il cui approvvigionamento sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere limpida e dolce, priva di materie terrose, non aggressiva. Comunque essa, per la confezione di calcestruzzi di cemento, dovrà rispondere ai requisiti di Norma.

#### 2.2.2 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. Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Prestazione (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.

#### 2.2.3 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 Direzione dei Lavori ne faccia richiesta.

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.

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.

#### 2.2.4 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 SO<sub>3</sub> 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 ASo,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.

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

#### 2.2.5 Acqua di impasto

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

#### 2.2.6 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 super-fluidificanti/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.

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 super-fluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

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 1104.

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

	Rck min	a/c max	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC*
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 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

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

## 2.3 Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito

### 2.3.1 Generalità

Tutte le miscele di calcestruzzo impiegate nell'opera dovranno essere qualificate. La qualifica non potrà prescindere dalla valutazione delle metodologie di autocontrollo adottate in fase di produzione.

### 2.3.2 Le classi di resistenza

Si fa riferimento alle NTC2018. 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 (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

### 2.3.3 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 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'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

#### 2.3.4 Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da considerare nel calcolo del rapporto  $a/c$  equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, è dato dalla somma  $a_{eff} = a_{agg} + a_{add} + a_m$ , dove:

$a_{agg}$  = 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. Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi individuato dall'espressione

$$a/c = a_{eff} / (c + K_{cv} \cdot cv + K_{fs} \cdot fs)$$

ove sono 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 dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 1104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

#### 2.3.5 Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo 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 S<sub>4</sub>/F<sub>4</sub>.

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'Impresa responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della Direzione dei Lavori:

- 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 Direzione dei Lavori 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.

### 2.3.6 Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 1104 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<sub>MAX</sub> dell'aggregato;
- copriferro minimo.

### 2.3.7 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.

Tipo	Campi di impiego	(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)				D <sub>MAX</sub> mm	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento - solo se necessario	Copriferro nominale
		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)				

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.

### 2.3.8 Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo alle NTC 2018, la produzione del calcestruzzo prevede 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. Le NTC 2018 prevedono, 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'Impresa, 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 al punto 11.2.8 delle NTC 2018, che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche 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 per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti 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.).

## 2.4 Acciaio d'armatura

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 NTC 2018, che specificano 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.

### 2.4.1 Requisiti di 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

**a** = 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** = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

### 2.4.2 Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle NTC 2018.

### 2.4.3 Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato dalle NTC 2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti

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

#### 2.4.4 Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con le NTC 2018.

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

#### 2.4.5 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 al cap.11 delle NTC 2018.

Tutte le forniture di acciaio devono essere corredate della documentazione di accompagnamento fornitura come specificata dal cap.11 delle NTC 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 dalle NTC 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.

#### 2.4.6 Controlli sull'acciaio / Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori effettuerà i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel cap.11 delle NTC 2018. 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.

Caratteristica	Valore Limite	Note
<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).

#### 2.4.7 Lavorazioni

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:

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

#### 2.4.8 Deposito e conservazione in cantiere

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

#### 2.4.9 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.

#### 2.4.10 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

Gli acciai inossidabili saranno conformi alle norme armonizzate UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5 e dovranno rispettare quanto previsto ai punti 4.2.1.2 e 11.3.4.8 delle NTC 2018. E' consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche e composte. Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione si procederà come prescritto dalle NTC 2018. L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

### 2.5 Acciaio per strutture metalliche

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle NTC 2018.

#### 2.5.1 Generalità

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

È richiesta conformità alla UNI EN 1090 secondo le seguenti classi di esecuzione: EXC2 per edifici ordinari; EXC3 per edifici pubblici e ponti.

I controlli d'accettazione sono effettuati secondo quanto previsto dalle NTC 2018.

#### 2.5.2 Strutture saldate

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle NTC 2018.

La saldatura dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati dalle UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la UNI EN 287-1 o la UNI EN 1418 in relazione alla tipologia. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1 e UNI EN ISO 14555.

La qualifica delle saldature deve attenersi a quanto prescritto dalla UNI EN 1090-2 (P.to 12.4) e dalla UNI EN ISO 17635 in relazione alla classe di esecuzione e livello di qualità saldature C.

#### 2.5.3 Bulloni

I bulloni conformi ai requisiti delle NTC 2018 ed alle caratteristiche dimensionali di cui alle UNI EN ISO 4016 e UNI 5592, hanno le classi della norma UNI EN ISO 898-1 e recano la marcatura CE. I bulloni ad alta resistenza adatti al precarico per giunzioni ad attrito devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 e recare la relativa marcatura CE.



#### 2.5.4 Verniciature

Le strutture in carpenteria metallica dovranno essere protette contro la corrosione seguendo le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto ANAS (Ente Nazionale per le Strade). I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori e formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica.

Quando ricorra l'esigenza, le strutture in carpenteria metallica dovranno altresì essere dotate di protezione coerente con le specifiche di resistenza al fuoco R indicate dallo specialista.

## 2.6 Materiali e prodotti a base di legno per usi strutturali

### 2.6.1 Legno massiccio

La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conforme alla norma europea armonizzata UNI EN 14081, e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle NTC 2018, recare la marcatura CE.

Qualora non sia applicabile la marcatura CE, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale devono essere qualificati secondo quanto specificato al punto B del paragrafo 11.1 delle NTC 2018, devono essere qualificati così come specificato al paragrafo 11.7 delle NTC 2018.

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili. I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza, può essere assegnato uno specifico profilo resistente, utilizzando le regole di classificazione base previste nelle normative applicabili.

La classe di resistenza di un elemento è definita mediante uno specifico profilo resistente unificato. A tal fine può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 338 e UNI EN 1912, per legno di provenienza estera, e alla norma UNI 11035 (parti 1 e 2), per legno di provenienza italiana. Ad ogni tipo di legno può essere assegnata una classe di resistenza, se i suoi valori caratteristici di resistenza, di modulo elastico e di massa volumica risultano non inferiori ai valori corrispondenti a quella classe. In generale, è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella norma UNI EN 384. Le prove sperimentali per la determinazione di resistenza a flessione e modulo elastico devono essere eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà presumibilmente soggetto nella struttura. Per tipi di legno non inclusi in normative vigenti (emanate da CEN o da UNI), e per i quali sono disponibili dati ricavati su campioni piccoli e netti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra, sulla base di confronti con specie legnose incluse in normative di dimostrata validità.

*UNI EN 1912:2012 - Legno strutturale - Classi di resistenza - Assegnazione delle categorie visuali e delle specie; UNI 11035-1:2010 - Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche; UNI 11035-2:2010 - Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 2: Regole per la classificazione*

### 2.6.2 Legno lamellare

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080, inoltre la fabbricazione ed i materiali devono essere di qualità tale che l'integrità dell'incollaggio, sia conservata durante tutta la vita prevista della struttura.

I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale devono essere qualificati così come specificato al paragrafo 11.7.10 delle NCT 2018, 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 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 17021:2011 (Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione).

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 o 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 14080:2013. 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 per il servizio tecnico centrale e, limitatamente alla fornitura di competenza, per il direttore dei lavori e il collaudatore statico della costruzione. Nella marchiatura dell'elemento, inoltre, 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 14080:2013. I giunti a dita a tutta sezione devono essere conformi a quanto previsto nella norma UNI EN 14080:2013, e 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.

#### La classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle

Le singole lamelle devono essere tutte individualmente classificate dal produttore. 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 14080:2013. 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.

#### L'attribuzione diretta in base a prove sperimentali

Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla norma UNI EN 14080:2013, 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.

*UNI ISO 1029:1984 - Segati di conifere. Difetti. Classificazione; UNI EN 844:2019 - Legno tondo e segati - Terminologia; UNI 11035-1:2010 - Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche; UNI 11035-2:2010 - Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 2: Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza meccanica e valori caratteristici per tipi di legname strutturale; UNI EN 975-1:2009 - Segati di legno - Classificazione del legno di latifoglie in base all'aspetto - Parte 1: Quercia e Faggio; UNI EN 1309-3:2018 - Legno tondo e segati - metodi di misurazione - Parte 3: caratteristiche e degrado biologico.*

#### Pannelli a base di legno

I pannelli a base di legno per uso strutturale, per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla G.U. devono essere conformi alla norma UNI EN 13986. Per la valutazione dei valori caratteristici di resistenza e rigidezza da utilizzare nella progettazione di strutture che incorporano pannelli a base di legno, può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 12369-1 e UNI EN 12369-2, e UNI EN 12369-3. I valori di resistenza e di rigidezza sono indicati dai produttori con riferimento alla norma UNI EN 1072 determinati secondo il metodo descritto dalla norma UNI EN 1058. All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il pannello a base di legno per uso strutturale sia oggetto di

*UNI EN 13986:2015 - Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni - Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura; UNI EN 12369-1:2002 - Pannelli a base di legno - Valori caratteristici per la progettazione strutturale - OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra; UNI EN 12369-2:2011 - Pannelli a base di legno - Valori*

caratteristici per la progettazione strutturale - Parte 2: Pannelli di legno compensato; UNI EN 12369-3:2009 - Pannelli a base di legno - Valori caratteristici per la progettazione strutturale - Parte 3: Pannelli di legno massiccio. Pannelli a base di fibra di legno.

I pannelli a base di fibra di legno, oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 3$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- massa volumica:
- per tipo tenero minore di 350 kg/m<sup>3</sup>;
- per tipo semiduro tra 350 e 800 kg/m<sup>3</sup>;
- per tipo duro oltre 800 kg/m<sup>3</sup>.

La superficie potrà essere:

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura);
- levigata (quando ha subito la lavorazione predetta);
- rivestita su uno o due facce mediante verniciatura opaca trasparente Classe 1 reazione al fuoco.

UNI EN 316:2009 - Pannelli di fibra di legno - Definizione, classificazione e simboli; UNI EN 318:2003 - Pannelli a base di legno - Determinazione delle variazioni dimensionali associate a variazioni di umidità relativa; UNI EN 320:2011 - Pannelli di particelle e pannelli di fibra - Determinazione della resistenza all'estrazione assiale delle viti; UNI EN 321:2002 - Pannelli a base di legno - Determinazione della resistenza all'umidità mediante prove cicliche Pannelli di particelle di legno legate con resina o legate con cemento.

I pannelli a base di particelle di legno legate con resina o legate con cemento, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

a) pannelli di particelle legate con resina:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%  $\pm 3\%$ ;

Funzionalmente, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo norme UNI

b) pannelli di particelle legate con cemento:

- tolleranze sulla lunghezza e sulla larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%  $\pm 3\%$ ;

UNI EN 309:2005 - Pannelli di particelle di legno - Definizione e classificazione UNI EN 311:2003 - Pannelli a base di legno - Resistenza al distacco degli strati esterni - Metodi di prova UNI EN 312:2010 - Pannelli di particelle di legno - Specifiche UNI EN 317:1994 - Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione del rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acqua. UNI EN 319:1994 - Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza a trazione perpendicolare al piano del pannello. UNI EN 13986:2005 - Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni - Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura

#### Pannelli di legno compensato e paniforti

I pannelli di legno compensato e paniforti 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:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 1$  mm;

Per i requisiti d'accettazione dei pannelli in legno compensato si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 313-1:1997 - Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Classificazione. UNI EN 313-2:2000 - Pannelli di legno compensato - Classificazione e terminologia - Terminologia; UNI EN 314-1:2005 - Pannelli di legno compensato - Qualità dell'incollaggio - Parte 1: Metodi di prova; UNI EN 314-2:1994 - Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Requisiti; UNI EN 315:2002 - Pannelli di legno compensato - Tolleranze dimensionali.

### 2.6.3 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.

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi non strutturali devono conformarsi alla classificazione della norma UNI EN 204:2016 (Classificazione degli adesivi termoplastici per legno per applicazioni non strutturali).

Mentre gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno 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 così come prescritto dalla norma UNI EN 301:2018 (Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno - Classificazione e requisiti prestazionali).

#### Adesivi per elementi incollati in stabilimento

Gli adesivi fenolici e amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301:2018. 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 o amminoplastico, così come specificato nella norma UNI EN 301, 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) 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.

Le caratteristiche degli adesivi per legno devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 301:2018 - Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno - Classificazione e requisiti prestazionali.

### 2.6.4 Elementi meccanici di collegamento

Per tutti gli elementi meccanici 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. La capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove meccaniche, per il cui svolgimento può farsi utile riferimento alle norme:

UNI EN 1380:2009 - Strutture di legno - Metodi di prova - Giunti strutturali eseguiti mediante chiodi, viti, spinotti o caviglie e bulloni; UNI EN 1381:2001 - Strutture di legno - Metodi di prova - Giunti strutturali eseguiti mediante graffe; UNI EN 26891:1991 - Strutture di legno. Assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento.

Principi generali per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità;

UNI EN ISO 8970:2010 - Strutture di legno - Prova degli assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento - Prescrizioni relative alla massa volumica del legno;

UNI EN 1075 - Strutture di legno - Metodi di prova - Giunti realizzati con elementi di collegamento di lamiera metallica punzonata.

Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio. Si presuppone che i dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati. (UNI EN 383:2007 - Strutture di legno - Metodi di prova - Determinazione della resistenza al rifollamento e dei moduli locali di rigidità per elementi di collegamento di forma cilindrica) e le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.

La classe di umidità 1 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1, l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12%. La classe di umidità 2 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18%. La classe di umidità 3 è caratterizzata da condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

Norma di riferimento:

*UNI EN ISO 2081:2009- Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici - Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamenti supplementari su ferro o acciaio*

#### La resistenza alla corrosione

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione. L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della classe di servizio in cui opera la struttura.

#### Le verifiche del direttore dei lavori. La documentazione d'accompagnamento per le forniture

La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno per uso strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di distribuzione, dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

Ogni fornitura deve essere anche accompagnata, a cura del produttore, da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera. Il direttore dei lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto. Le caratteristiche dei materiali secondo le indicazioni previste dalle nuove norme tecniche devono essere garantite dai fornitori e/o produttori, per ciascuna fornitura, secondo le disposizioni applicabili di cui alla marcatura CE, ovvero per le procedure di qualificazione e accettazione.

Il direttore dei lavori potrà, inoltre, far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nella presente norma. Sono abilitati ad effettuare le prove e i controlli, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e gli organismi di prova abilitati ai sensi del DPR n. 246/93 in materia di prove e controlli sul legno.

#### L'attestato di qualificazione. Le verifiche del direttore dei lavori

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da una copia dell'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo, finché permane la validità della qualificazione e vengono rispettate le previste prescrizioni periodiche. Sulla copia dell'attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il direttore dei lavori è tenuto, prima della messa in opera, a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### Prodotti provenienti dall'estero

Gli adempimenti si applicano anche ai prodotti finiti provenienti dall'estero e non dotati di marcatura CE. Nel caso in cui tali prodotti, non soggetti o non recanti la marcatura CE, siano comunque provvisti di una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità estere competenti, il produttore potrà, in alternativa a quanto previsto, inoltrare al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio. Tale equivalenza è sancita con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

*UNI 8829 - Segati di legno - Determinazione del gradiente di umidità nei segati. UNI 6480 - Pannelli di legno compensato. Prova di trazione. UNI EN 336 - Legno strutturale - Dimensioni, scostamenti ammissibili UNI EN 323 - Pannelli a base di legno. Determinazione della massa volumica. UNI EN 635 - 1 - Pannelli di legno compensato. Classificazione in base all'aspetto delle facce. Generalità. UNI 6467 - Pannelli di legno compensato e paniforti - Termini e definizioni.*

### 3 Opere compiute

#### 3.1 Tracciamenti

L'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettazione completa o parziale del lavoro, prima di iniziare i lavori di sterro o riporto, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi. Per quanto concerne le opere di fondazione e quelle in calcestruzzo armato, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra. Dovrà essere preventivamente verificata la rispondenza delle opere tracciate con gli elaborati progettuali.

#### 3.2 Movimenti terra

Tutti i movimenti di terra, quali sbancamenti e relativi riporti, stendimenti, costipamenti necessari a porre l'ambito generale del cantiere alle quote risultanti dai disegni di progetto e rispondenti alle particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori, possono essere realizzati con qualsiasi mezzo sia meccanico che manuale. Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Impresa dovrà procedere in modo da impedire scosscamenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate, nonché alla eventuale esecuzione degli scavi successivi "a campioni". L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi. Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche, ovvero su aree cui l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri, esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione dei Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso, le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private e al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie. La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a suo insindacabile giudizio e a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni:

#### 3.3 Scavi e rinterri

##### 3.3.1 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti, si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovrà sorgere la costruzione, per tagli dei terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, locali seminterrati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, trincee stradali, ecc. ed in genere tutti quelli eseguiti a sezione aperta, su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che verranno a trovarsi al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

##### 3.3.2 Scavi di fondazione e a sezione obbligata

Per scavi di fondazione in genere, si intendono quelli incassati o a sezione ristretta necessari per dare luogo ai muri, travi, plinti e pilastri di fondazione e simili. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità di progetto o a quella ordinata dalla Direzione dei Lavori all'atto della loro esecuzione. Le profondità che sono indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Committenza si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di formulare eccezioni o fare domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, con i prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di iniziare la costruzione delle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali; oppure inclinati per quelle opere che lo richiedano e dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradoni o anche con determinate pendenze o contropendenze, senza che ciò possa giustificare la richiesta di compensi da parte dell'impresa, oltre i prezzi riportati nell'elenco di contratto. Ultimata la muratura di fondazione, lo scavo eccedente il perimetro della medesima dovrà essere diligentemente riempito e costipato a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate sino alla quota di sistemazione del terreno.

Gli scavi di sbancamento, nonché quelli a sezione obbligata, dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati, in modo da assicurare contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione sia degli scavi che delle murature. Potrà inoltre essere ordinata dalla Direzione dei Lavori una diversa inclinazione delle scarpate e dello scavo, senza che l'Impresa abbia a pretendere compensi oltre quelli contrattuali pattuiti e calcolati in base ai prezzi di elenco.

L'Impresa è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, tenuto conto anche della presenza di mura storiche, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che, al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Col procedere delle murature, l'Impresa potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione Appaltante; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno, senza alcun compenso, essere abbandonati negli scavi.

### 3.3.3 *Scavi in presenza d'acqua e scavi subacquei*

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni in precedenza esposte, l'Impresa in caso di sorgive o infiltrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Ogni onere è comunque compreso nelle lavorazioni anche se non specificato nelle descrizioni stesse. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di cm.20 sotto il livello costante in cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto meccanicamente o con l'apertura di canali fuggatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di cm.20 dal suo livello costante, verrà comunque considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione sia durante l'esecuzione delle murature di fondazione o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti a mezzo di impianto di drenaggio o di motopompe. Ogni onere è comunque a carico dell'Impresa. Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

### 3.3.4 *Presenza di gas negli scavi*

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza; questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempre che sia assicurata una efficace e continua aerazione. Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi previsti dal secondo, terzo e quarto comma del presente articolo i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori.

### 3.3.5 *Rinterri*

Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature o da addossare alle murature e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul

lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori. Qualora venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Impresa crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori. Per i rilevati da addossare alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento d'acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza, perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con le maggiori regolarità e precauzioni possibili, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Le materie trasportate in rilevato o rinterro non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere poi riprese e trasportate con idonei mezzi al momento della formazione dei suddetti rinterri. Per tali movimenti di materie, si dovrà sempre provvedere alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

E' vietato addossare terrapieni a murature di recente costruzione. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Impresa. E' obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante le loro costruzioni, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate. L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino a collaudo, gli occorrenti ricarichi e tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno, sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

### 3.4 Interventi di miglioramento del terreno

#### 3.4.1 Costipamento del terreno

Tutte le fondazioni sono di tipo superficiale, in calcestruzzo armato ed impostate sul substrato portante da sottoporre a compattazione meccanica mediante passate multiple con rullo vibrante così da garantire un modulo dinamico doppio rispetto a quello naturale.

Le caratteristiche della compattazione saranno tarate con campo prova e verifiche eseguite con penetrometro dinamico pesante. Il criterio di accettazione dell'intervento sarà  $N'/N > 2$ , dove N e N' sono i numeri di colpi misurati a -2.5m da p.c. (-1.4 da imposta fondazione) prima e dopo compattazione.

Sarà onere dell'Impresa, di concerto con la Direzione dei Lavori, la verifica della consistenza puntuale del piano d'imposta delle fondazioni.

Sopra questo strato trattato si prevede il riempimento eseguito con materiale a grana grossa arida da cava, priva di sostanze organiche, costipata a strati di spessore non superiore a cm 30, quale base per le fondazioni soprastanti. Quindi magrone spessore 15cm.

### 3.5 Opere in Calcestruzzo

#### 3.5.1 Trasporto e consegna del calcestruzzo

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo. Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati. Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- tipo e classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

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

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

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

### 3.5.2 Posa in opera

Prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione Lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura negli elaborati progettuali delle opere comprese nell'appalto. Tale studio di prequalificazione, da eseguirsi presso un Laboratorio autorizzato, deve riportare:

- classe di resistenza,
- natura – provenienza – qualità degli inerti,
- analisi granulometrica degli inerti,
- tipo e dosaggio del cemento,
- rapporto acqua/cemento,
- tipo e dosaggio di eventuali additivi,
- classe di consistenza per la valutazione della lavorabilità dell'impasto cementizio.
- La classe di resistenza dovrà essere conforme a quella descritta negli elaborati progettuali.

La Direzione lavori dovrà essere informata anche sul tipo di impianto di confezionamento con la relativa ubicazione, sistemi di trasporto, modalità di esecuzione dei getti e della conseguente stagionatura. L' Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, nonostante l'esame e la verifica sugli studi preliminari di qualificazione, da parte della Direzione lavori; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa avrà l'obbligo di rendere tempestivamente noto alla Direzione dei Lavori per iscritto (e comunque almeno 48 ore prima), il giorno e l'ora in cui intenderà iniziare il getto in modo tale che la Direzione Lavori possa predisporre i relativi controlli sulle opere da gettare.

L' Impresa comunicherà il programma dei getti, indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza del calcestruzzo;

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori avrà verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;
- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- la pulizia del sottofondo;



- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive.

Sarà insindacabile diritto delle Direzione dei Lavori richiedere prescrizioni integrative ai ferri di armatura prima dei getti, non potendo questa operazione richiedere un compenso aggiuntivo a favore della ditta Appaltatrice o un ritardo sul crono programma dei lavori.

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

Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti. I ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prima del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione lavori; questo in particolare modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera. In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Impresa dovrà provvedere al loro immediato ripristino.

E' esclusa la possibilità di qualunque aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto.

La Direzione dei lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare le riprese dei getti; per tale accorgimento l'Impresa non potrà avanzare nessuna richiesta di maggiori compensi anche se sarà costretta ad una turnazione del proprio personale. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti tali da evitare la segregazione dei singoli componenti della miscela. 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. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 centimetri.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta o altri sostanze (disarmanti) in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto, debbono essere sufficientemente robusti, oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase di getto e di pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati. La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a centimetri 15.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori ad immersione (pervibratori a lamiera o ad ago), ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I previbratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature; inoltre vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti. La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20). La durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo..

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>

La vibrazione non deve tuttavia prolungarsi troppo e di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Nei casi di ripresa dei getti, quando questi veramente inevitabili, si deve inumidire la superficie del conglomerato eseguito in precedenza se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o terminata sarà obbligo dell'Impresa 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 idro-espansivo. 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.

### 3.5.3 Riprese di getto

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di poter effettuare la ripresa la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfito fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di ritardanti superficiali.

Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione. Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Impresa dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua. Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto, autorizzati dal Direttore dei Lavori.

### 3.5.4 Casseforme

Per tali opere provvisorie l'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere 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.

Saranno motivi di contestazione le macchie, le disomogeneità nel colore, gli scolorimenti, gli alveoli, i nidi d'ape, le fessure. Non è in alcun modo ammesso sulla superficie del calcestruzzo l'affioramento dei ferri o dei fili di ferro usati per il sostegno o la sbadacchiatura dei casseri. Qualora ciò avvenisse, compromettendo il risultato estetico nonché la durabilità dell'opera, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei Lavori riterrà opportuno approvare.

Caratteristiche delle casseforme - Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi 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'Impresa 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 boiaccia cementizia

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.

Predisposizione di fori, tracce e cavità - L'Impresa 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.. I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

Contromonta - Qualora previsto dal progetto, l'Impresa sarà tenuta munire i casseri orizzontali di travi e/o pilastri di specifiche contro-monte, realizzate secondo le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

Getti 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. 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 Direzione dei Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati. In ogni caso, qualora più stringenti, dovranno essere rispettate le prescrizioni previste dal progetto Architettonico e relativo Capitolato d'Oneri.

### 3.5.5 Posa in opera delle armature per c.a.

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali. In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a  $\pm 1$  cm. Per quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a  $\pm 2$  cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali. La tolleranza ammessa sul copriferro non potrà eccedere i 0,5 cm.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. Copriferro ed interferro dovranno essere conformi a quanto previsto dalle NTC 2018 e coerenti con le classi di esposizione ambientale o di protezione al fuoco previste a progetto.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. L'Impresa dovrà inoltre adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. A suo carico anche l'onere della realizzazione dei collegamenti equipotenziali, laddove previsti in progetto.

Salvo diverse disposizioni, l'Impresa non potrà in nessun caso procedere al getto delle strutture armate prima che esso sia stato autorizzato dalla Direzione Lavori previa ispezione o esame fotografico.

### 3.5.6 Giunzioni di barre da c.a.

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione. Le sovrapposizioni dei ferri di armatura, salvo diverse specifiche progettuali, dovranno essere maggiori o al limite uguali a 50 volte il diametro maggiore delle barre da sovrapporre. Sono da evitare sovrapposizioni nei nodi di travi e pilastri, in accordo alle prescrizioni delle NTC 2018.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Impresa, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali. Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

### 3.5.7 Temperatura di getto

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 Direzione dei Lavori anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di 5°C. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di 5°C. Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero. La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto. I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di -10°C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto.

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supererà i 33°C all'ombra, la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 33°C, e tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi. Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

### 3.5.8 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

### 3.5.9 Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio

Ove prescritto dal Progetto, e previa verifica della Direzione dei Lavori, o su ordine della medesima si realizzeranno giunti di discontinuità volti a evitare la comparsa di fessurazioni dovute a cedimenti, ritiro o variazioni termiche.

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti. I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primer, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di

conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

### 3.5.10 Stagionatura

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti anti-evaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei. I prodotti anti-evaporanti ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nelle Norme UNI vigenti. La costanza della composizione dei prodotti anti-evaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti anti-evaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/mc. Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

### 3.5.11 Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora consentito dalla Direzione dei Lavori siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C);
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura, secondo UNI 6127.

### 3.5.12 Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle NTC 2018. Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

Al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e impermeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura protetta secondo i criteri di cui al punto precedente.

Salvo diversa indicazione da parte della Direzione dei Lavori, la durata complessiva della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi è determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI EN 206-1 UNI 11104.

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.

Qualora previsto dal progetto, l'Impresa dovrà effettuare disarmi posticipati secondo le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori. Questa eventualità può ricorrere nel caso di strutture sovrapposte con elementi in falso o quando strutture particolarmente deformabili richiedano la messa in carico differita per ridurre gli effetti viscosi.

### 3.5.13 Tolleranze esecutive

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

Fondazioni: plinti, platee, ecc. )

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto  $\pm 2.0$  cm
- dimensioni in pianta  $-2.0/+2.0$  cm
- dimensioni in altezza (superiore)  $-1.0/+1.0$  cm
- quota altimetrica estradosso  $-1.0/+1.0$  cm

Strutture in elevazione: muri, pilastri, ecc.)

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto  $\pm 0.5$  cm
- dimensioni in pianta  $\pm 0.5$  cm
- spessore muri, colonne  $\pm 0.5$  cm
- quota altimetrica sommità  $\pm 0.5$  cm
- verticalità  $\pm 0.5$  cm

Travi, solai e impalcati in genere)

- Spessore  $\pm 0.5$  cm
- quota altimetrica estradosso  $\pm 0.5$  cm

Vani, cassette, inserti)

- posizionamento e dimensione vani e cassette  $\pm 0.5$  cm
- posizionamenti inserti (piastre boccole)  $\pm 0.5$  cm

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

### 3.5.14 Prelievi e controlli

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Impresa spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio e dei ferri di armatura verrà disposto, da parte della Direzione Lavori, in conformità a quanto previsto dalle NTC 2018. Le frequenze minime di prelievo saranno quelle definite dalle NTC 2018. Per il prelievo degli impasti e prove di resistenza cubica a pressione dopo 28 gg. di stagionatura valgono integralmente le prescrizioni di cui alle NTC 2018.

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 UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

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 (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'Impresa 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 delle NTC 2018.

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 NTC 2018.

### 3.5.15 Controlli supplementari della resistenza a compressione

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogni qualvolta la Direzione dei Lavori 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 conformità con la UNI EN 12504-1:2002. 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 Direzione dei Lavori 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;
- 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.

### 3.6 Solai

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite a seconda delle indicazioni di progetto e previsti per sopportare i carichi di Norma e quelli di progetto. I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

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

Per detti solai valgono le prescrizioni di cui alle NTC 2018.

Dovrà essere evitato l'uso di materiali di alleggerimento di sintesi petrolchimica o che comunque possano emettere sostanze nocive nei confronti dell'uomo e dell'ambiente in qualsiasi condizione (produzione, messa in opera, esercizio, demolizione, incendio). Ove previsti, gli elementi in laterizio devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di Norma.

Per i solai alveolari e solai in lastre predalles si ritengono valide le normative (e non solo) vigenti citate nel presente capitolato oltre alle prescrizioni contenute negli elaborati progettuali.

### 3.7 Murature

Le murature dovranno essere eseguite in conformità a quanto previsto dalle Norme Vigenti, alle indicazioni contenute nei disegni di progetto e a quelle che la Direzione dei Lavori impartirà di volta in volta, sia prima che durante l'esecuzione delle opere.

L'Impresa avrà l'obbligo di tracciare ed eseguire accuratamente le murature, segnando con precisione tutte le aperture, sfondi, nicchie, gole di canne, passaggi di scarichi e simili, in modo che non vi sia mai il bisogno di scalpellare le murature eseguite. Nelle costruzioni dei muri dovranno essere previste anche le necessarie incassature per ricevere le travi in ferro, in calcestruzzo, le pietre da taglio, gli ornati e le decorazioni, quando detti materiali non vengono messi in opera durante la formazione delle murature. Nelle imposte delle volte e degli archi dovranno essere lasciati o i necessari addentellati, oppure si dovrà costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo, mediante debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

### 3.8 Drenaggi e Vespai

I riempimenti e i drenaggi con pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame da collocare e sistemare in opera a mano, con pietre di pezzatura più grossa alla base e decrescente verso l'alto; saranno lasciati cunicoli perimetrali e trasversali per la circolazione dell'aria, secondo quanto verrà richiesto e prescritto. Per i vespai in pietrame da costruire sotto i pavimenti, si dovrà formare anzitutto, se prescritti dalla Direzione dei Lavori in ciascun ambiente limitato dai muri perimetrali, una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli ad interasse massimo di m. 1,50, che dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti fra loro. Detti cunicoli dovranno avere sezione non minore di cm.15x20, con adeguato sbocco all'esterno, in modo da assicurare una conveniente circolazione d'aria e dovranno essere ricoperti con adatto pietrame: dopodiché si provvederà al riempimento delle zone rimaste fra cunicolo con grosse lastre disposte con l'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto, fino a raggiungere il piano prescritto.

### 3.9 Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni saranno realizzate come descritto nell' Elenco delle lavorazioni e delle forniture. Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggior accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e fino a collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall' Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

L' impermeabilizzazione dovrà essere applicata su tutte le superficie dei muri perimetrali a contatto diretto con il terreno così come prescritti negli elaborati grafici e secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori.



### 3.10 Regole Generali

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico opera, provvisoria, ecc.) nonché nel collocamento nel luogo esatto di sistemazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino). L'Impresa ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione Lavori, anche se forniti da altre Ditte. Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o il manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Impresa unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino ad al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre Ditte fornitrici del materiale o del manufatto.

### 3.11 Opere provvisoriale

Le opere provvisorie, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori devono integralmente rispettare le prescrizioni della normativa specifica vigente. Tutti i ponteggi e le strutture provvisorie di lavoro dovranno pertanto essere realizzati in completa conformità con la normativa vigente per tali opere e nel rispetto integrale delle vigenti norme antinfortunistiche.

Per tali opere provvisorie l'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

## 4 Prove di carico

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

## 5 Norme e Regolamenti

L'appalto è soggetto all'osservanza di tutte le condizioni stabilite nel capitolato e nell'esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le norme tecniche, le leggi, i regolamenti e le circolari vigenti. A titolo illustrativo me non esaustivo, si elencano nel seguito i principali tra essi:

- D.M. 17/01/2018: NTC 2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per Costruzioni
- Circ. 21/01/2019: Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2018
- UNI EN 1992-1-1:2015 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1
- UNI EN 1996-1-1:2013 - Progettazione delle strutture in muratura
- UNI EN 1998-1:2013 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- C.P.R. (UE) 305/2011: regolamento relativo ai prodotti da costruzione
- UNI EN 206-1:2006: Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 1104:2004: Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 197-1: 2006: Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- CSLLPP 26/09/2017: Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale
- CSLLPP 26/09/2017: Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera
- UNI EN 12620: Aggregati per calcestruzzo
- UNI 8520: Parte 1 e 2 - Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti
- UNI EN 1008:2003: Acqua d'impasto per il calcestruzzo

- UNI EN 934-2: Additivi per calcestruzzo
- UNI EN 450: Ceneri volanti per calcestruzzo
- UNI-EN 13263 parte 1 e 2: Fumi di silice per calcestruzzo
- UNI EN 12350-2: Determinazione dell'abbassamento al cono
- UNI EN 12350-5: Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-7: Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco
- UNI 7122: Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
- UNI EN 12390-2:2019 - Prove sul calcestruzzo indurito
- UNI EN 12504-1:2019 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture
- UNI EN 13670:2010 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo
- UNI EN 13791:2008 - Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo
- UNI EN 10080:2005 - Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile
- UNI EN ISO 15630 -1/2: Acciai per cemento armato: Metodi di prova
- UNI EN 12440:2017 - Pietre naturali - Criteri per la denominazione
- UNI EN 12407:2019 - Metodi di prova per pietre naturali - Esame petrografico
- UNI EN 14580:2005 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione del modulo elastico statico
- UNI EN 1926:2007 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a compressione uniassiale
- UNI EN 14581:2005 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione del coefficiente di dilatazione lineare termica
- UNI EN 13161:2008 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a flessione a momento costante
- UNI EN 12370:2001 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali
- UNI EN 12372:2007 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato
- UNI EN 13373:2020 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi
- UNI EN 13755:2008 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica
- UNI EN 1467:2012 - Pietre naturali - Blocchi grezzi - Requisiti
- UNI EN 1925:2000 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità
- UNI EN 14157:2017 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza all'abrasione
- UNI EN 14158:2005 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'energia di rottura
- UNI EN 14066:2013 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico
- UNI EN 14147:2005 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza all'invecchiamento mediante nebbia salina