

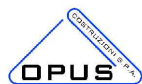


## PROGETTO DEFINITIVO

**Appalto integrato sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica "Smart City Napoli Nord - Piani Urbani Integrati – M5C2 – I.2.2"**

**CIG 972663946C CUP I45I22000020006 - CUP I45I22000030006**

### RTI



**OPUS COSTRUZIONI S.P.A.**

Capogruppo

P.IVA 07201350639

Via Campana 233, Pozzuoli



**ARCHIVOLTO SRL**

Mandante

P.IVA 07162480631

Via O. P. Cafaro n.4, Napoli

### RTP

**SAG ARCHITETTURA SRLS**

P.IVA 09189081210

Sede legale: Via Posillipo 66, Napoli

**MASCOLO INGEGNERIA SRL**

P.IVA 08524811216

Sede legale: Via Gramsci 19, Cicciano

**ELECTA SRL**

P.IVA 04082971211

Sede legale: Via Principe di Piemonte 109, Roccarainola

### RUP

Arch. Pasquale Imbema

## GENERALE DISCIPLINARE TECNICO-PRESTAZIONALE DELLE OPERE STRUTTURALI

DATA EMISS.	Dicembre 2023		CODIFICA	SMC.PD.STR.R.001
SCALA	-	FORMATO A4		

REVISIONE	DESCRIZIONE	DATA	APPROVATO DA
03			
02			
01			
00	prima emissione	Dicembre 2023	

## INDICE

<b>1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO. RIFERIMENTI GENERALI</b> .....	<b>5</b>
<b>3. CALCESTRUZZI</b> .....	<b>8</b>
3.1. MATERIALI E COSTITUENTI .....	8
CEMENTI .....	8
AGGREGATI.....	9
ACQUA DI IMPASTO .....	10
ADDITIVI.....	10
AGGIUNTE .....	10
CENERI VOLANTI.....	11
FUMO DI SILICE.....	11
LIMITI DI RADIOATTIVITÀ' .....	11
3.2. SPECIFICHE DI COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE .....	12
GENERALITÀ.....	12
DURABILITÀ E CARATTERISTICHE DI "PRESTAZIONE" E "COMPOSIZIONE" .....	12
GRANULOMETRIA DELL'AGGREGATO.....	12
RAPPORTO ACQUA/CEMENTO .....	13
LAVORABILITÀ .....	13
ACQUA DI BLEEDING.....	14
PROGETTO DI MISCELA - STUDIO PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE .....	14
3.3. SPECIFICHE DI PRODUZIONE .....	15
CALCESTRUZZO PRODOTTO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO .....	15
CONFEZIONAMENTO DEL CLS .....	16
TRASPORTO DEL CLS.....	16
POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO.....	17
STAGIONATURA DEI GETTI .....	18
GETTI NELLA STAGIONE FREDDA .....	19
GETTI NELLA STAGIONE CALDA.....	20
INTERRUZIONI E RIPRESE DI GETTO .....	20
TOLLERANZE.....	20
3.4. ACCETTAZIONE DEI CALCESTRUZZI E CONTROLLO DI QUALITÀ' .....	20
CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	21
CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA .....	23
PROVE DI CARICO.....	24
3.5. CONTROLLO DI PRODUZIONE E DI CONFORMITÀ .....	24
3.6. ANALISI DEI CONGLOMERATI.....	25
LEGANTI IDRAULICI SPECIALI.....	26
AGGIUNTE .....	26
ADDITIVI.....	27
MISCELE PRECONFEZIONATE DI COMPONENTI PER IL CALCESTRUZZO .....	27
MALTE E CALCESTRUZZI CEMENTIZI.....	27
MATERIALI DIVERSI .....	27
<b>4. ACCIAIO PER C.A.</b> .....	<b>27</b>
4.1. CARATTERISTICHE .....	27
RESISTENZA A FATICA IN CAMPO ELASTICO .....	28
RESISTENZA A CARICO CICLICO IN CAMPO PLASTICO.....	28
DIAMETRI E SEZIONI EQUIVALENTI.....	29
ADERENZA E GEOMETRIA SUPERFICIALE.....	29
SALDABILITÀ .....	29
4.2. CONTROLLI SULL'ACCIAIO.....	29
CONTROLLO DELLA DOCUMENTAZIONE .....	30

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	30
<b>5. CONDIZIONI DI LAVORAZIONE .....</b>	<b>31</b>
5.1. TRASPORTO E STOCCAGGIO.....	31
5.2. LAVORAZIONE.....	32
5.3. DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE.....	32
<b>6. OPERE DI SCAVO, RINTERRO E RILEVATI.....</b>	<b>32</b>
6.1. DEFINIZIONE DEL LAVORO.....	33
6.2. PRESCRIZIONI DI VALIDITÀ GENERALE.....	33
6.3. DISCARICHE NORMALI E SPECIALI.....	34
6.4. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	34
6.5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	34
<b>7. CASSEFORME.....</b>	<b>35</b>
7.1. GENERALITÀ.....	35
7.2. CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORME.....	35
7.3. DISTACCANTI.....	36
7.4. PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE E CAVITÀ.....	36
7.5. DISARMO (RIMOZIONE DEI CASSERI E DEI PUNTELLI).....	36
<b>8. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....</b>	<b>38</b>
8.1. PRESCRIZIONI GENERALI.....	38
8.2. DESCRIZIONE DEI LAVORI.....	38
8.3. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	39
8.4. CERTIFICAZIONI.....	39
ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI VERNICIANTI – GARANZIE.....	40
8.5. COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI.....	40
PROVE SUI MATERIALI.....	41
PROVE SULLE SALDATURE.....	41
CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE.....	41
8.6. COLLAUDO.....	41
8.7. TOLLERANZE.....	42
8.8. NORME DI MISURAZIONE.....	42
8.9. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	42
ACCIAIO.....	42
MALTA CEMENTIZIA ESPANSIVA.....	43
RESINE PER INGHISAGGI.....	43
LAMIERE GRECATE TIPO HI-BOND.....	43
PANNELLI IN LAMIERA.....	44
CONNETTORI A PIOLI.....	44
APPOGGI CERNIERE.....	45
GRIGLIATI.....	45
DISEGNI COSTRUTTIVI DI OFFICINA.....	46
IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI.....	46
CONTROLLO IN CANTIERE.....	46
LAVORAZIONI IN OFFICINA.....	47
TAGLI E FINITURE.....	47
FORATURE.....	47
ASSEMBLAGGIO TRAMITE SALDATURA IN OFFICINA.....	47
RADDRIZZAMENTO E SPIANAMENTO.....	48
MONTAGGIO.....	48
ACCOPIAMENTO IN CANTIERE.....	48
SALDATURE IN OPERA.....	49
SOLAI MISTI IN LAMIERA GRECATA E CLS.....	50
8.10. TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	50

SABBIATURA .....	50
ZINCATURA .....	51
SPAZZOLATURA .....	51
VERNICIATURE .....	51
8.11. TRATTAMENTI INTUMESCENTI .....	51
CERTIFICAZIONI .....	51
CARATTERISTICHE TECNICHE PITTURA INTUMESCENTE .....	52
APPLICAZIONE DEL PRODOTTO .....	52

## 1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il presente documento definisce i riferimenti normativi, requisiti di accettazione dei materiali e delle lavorazioni, modalità di esecuzione dei lavori, norme di misurazione e procedure di collaudo e norma per la realizzazione di nuovi servizi di trasporto collettivo per le persone e ulteriori servizi, per migliorare l'inclusione sociale, progettati e offerti attraverso la partecipazione al Progetto di un ente del Terzo Settore.

Le aree individuate dal progetto Le aree suddette saranno rifunzionalizzate e dotate di infrastrutture software per consentire la transizione dei territori verso una qualificazione di **Smart City Napoli Nord** con particolare riferimento all'offerta ai cittadini di servizi di trasporto e alla riduzione dei consumi energetici, e quindi delle emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub>, attraverso l'acquisto e la messa in esercizio di veicoli elettrici e l'impiego di tecnologie digitali per la loro gestione.

Le opere strutturali previste a progetto possono, per i vari siti, possono essere sintetizzate in:

- **ricovero bus;**
- **fermata bus;**
- **stazionamento di ricarica 1 bus;**
- **stazionamento di ricarica 2 bus;**
- **palazzetto dello sport.**

Per il ricovero bus è prevista una struttura intelaiata in acciaio S275 costituita da colonne HEB300 e travi principali HEB280 e secondarie IPE240 con campi di solai di circa 5x6,2 m coperti mediante lamiera grecata tipo HIBOND A55-P770 da 1 mm e soletta collaborante in c.a. spessore 55 mm. La struttura nello specifico presenta due livelli fuori terra collegati mediante scala interna in acciaio costituita da cosciali in UPN240 sospesi alla struttura principale mediante tiranti Ø60.3x5 mm. Infine, le fondazioni sono di tipo diretto costituite da plinti 250x250x70 cm armati con 10+10Ø16 inferiormente e 4+4Ø12 superiormente e travi di collegamento 30x70 cm in entrambe le direzioni armate con 3+3Ø16. Per la fermata bus è prevista una struttura leggera autoportante realizzata mediante stampa 3D; per la stessa si rimanda alle specifiche fornite dal produttore. Infine, le fondazioni sono di tipo diretto costituite da una platea di spessore 30 cm armata con doppia rete Ø14/20x20 cm.

Per lo stazionamento di ricarica a 1 bus è prevista una struttura a mensola in acciaio S275 costituita da 2 colonne composte con montanti HEA200 e diagonali e montanti L60x6 di ingombro pari a circa 100 cm, collegati da un travone reticolare spaziale costituito a sua volta da 2 briglie inferiori e 2 briglie superiori in HEA120, collegati da montanti orizzontali in HEA100 e montanti verticali e diagonali in L60x6. La copertura, prevista in pannello leggero, è quindi sostenuta da 4 travi reticolari realizzate con medesimi profili disposti in direzione trasversale e collegate da un'ulteriore trave reticolare in prossimità della punta. Sono infine previsti arcarecci IPE100. Infine, le fondazioni sono di tipo diretto costituite da una platea 250x1000 cm alta 60 cm e armata con Ø16/20x20 cm inferiormente e superiormente.

Per lo stazionamento di ricarica a 2 bus è prevista una struttura a mensola in acciaio S275 costituita da 3 colonne composte con montanti HEA200 e diagonali e montanti L60x6 di ingombro pari a circa 100 cm, collegati da un travone reticolare spaziale costituito a sua volta da 2 briglie inferiori e 2 briglie superiori in HEA120, collegati da montanti orizzontali in HEA100 e montanti verticali e diagonali in L60x6. La copertura, prevista in pannello leggero, è quindi sostenuta da 8 travi reticolari realizzate con medesimi profili disposti in direzione trasversale e collegate da un'ulteriore trave reticolare in prossimità della punta. Sono infine previsti arcarecci IPE100. Infine, le fondazioni sono di tipo diretto costituite da una platea 250x1000 cm alta 80 cm e armata con Ø20/20x20 cm inferiormente e superiormente.

Per il palazzetto dello sport è prevista una struttura intelaiata con controventi concentrici in acciaio S275 costituita da colonne principali HEB500, colonne secondarie HEB300 e HEA300. La copertura, costituita da pannello leggero, è sostenuta da travi tipo ACB di ArcelorMittal con luce di circa 28 m e arcarecci HEA120. La struttura di copertura è a sua volta sostenuta da travoni reticolari tipo Warren con briglie HEA300 e diagonali HEA180. Infine, è prevista una zona uffici alle spalle del campo realizzata mediante travatura reticolare tipo Pratt con impalcato rigido inferiore costituito da travi principali HEA300 e travi secondarie HEA240 a supporto di una lamiera grecata tipo HIBOND A55-

P770 da 1 mm e soletta collaborante in c.a. spessore 55 mm. Infine, le fondazioni sono di tipo indiretto costituite da plinti e platee su pali, in parte esistenti.

Inoltre è previsto l'adeguamento statico-funzionale di un parcheggio interrato costituito da struttura intelaiata prefabbricata e nuclei scala e opere di contenimento gettate in opera, per il quale si prevedono interventi di consolidamento mediante fibre in carbonio e/o calastrellature in acciaio.

Per quanto attiene gli aspetti relativi alla geologia e alla geotecnica, trattandosi di diversi siti individuati su vaste aree del territorio provinciale di Napoli, si rimanda alle relazioni specifiche allegate alla presente.

## **2.      **NORMATIVA DI RIFERIMENTO. RIFERIMENTI GENERALI****

Le normative vigenti hanno valore cogente e pertanto, tutte le forniture, le prestazioni, i lavori e le opere compiute devono uniformarsi. L'Appaltatore deve rispettare tutte le disposizioni legislative nazionali e locali, le direttive europee, le norme UNI, UNI EN ed ISO vigenti al momento dell'esecuzione delle opere, anche se entrate in vigore dopo la consegna dei lavori, o comunque non espressamente citate nel presente Capitolato.

### **INDAGINI GEOTECNICHE**

D.M. LL. PP. 11.3.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Circ. Min. LL. PP. 24.9.88 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione Associazione Geotecnica Italiana (1977) delle indagini geotecniche". Raccomandazioni A.I.C.A.P. (1993) "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce". EC 1-2004 UNI EN ISO 14688 Indagini e prove geotecniche -Identificazione e

### **MOVIMENTI DI TERRA**

D.M. 161 del 10 agosto 2012

D.M. 5/2/1998 e s.m.i.;

D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Artt. 214 – 216

Regolamento procedimento relativo alle comunicazioni di inizio attività per il recupero di rifiuti speciali non pericolosi, ai sensi dell'art. 33 del D.Lgs 22 febbraio 1997 n. 22 approvato con D.C.P. 220732/2001 del 20/12/2001.

Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo – Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161

### **NORME RELATIVE ALLE STRUTTURE**

#### **LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI**

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

Decreto del Ministero delle Infrastrutture 2018. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 4.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30).

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

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme tecniche per le Costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 2018.

Istruzioni C.N.R. 10011/97 Costruzioni in acciaio- Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione Istruzioni C.N.R. 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo

#### NORMATIVA EUROPEA

UNI EN 1990:2006 0 EC0 Criteri generali di progettazione strutturale

UNI EN 1991-1-1:2004 EC1 Azioni sulle strutture

UNI EN 1992-1-1:2005 EC2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo

UNI EN 1993-1-1:2005 EC3 Progettazione delle strutture di acciaio

UNI EN 1994-1-1:2005 EC4 Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

Norme Din di riferimento DIN 4074-68800 recepite UNI EN 1995-1-1:2009 EC5 Progettazione delle strutture in legno

UNI EN 1996-1-1:2006 EC6 Progettazione delle strutture di muratura

UNI EN 1997-1-1:2005 EC7 Progettazione geotecnica

#### NORME INTEGRATIVE PER LE STRUTTURE PREFABBRICATE

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

Decreto del Ministero delle Infrastrutture 2018. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 4.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30).

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

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme tecniche per le Costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 2018.

Circolare Min. LL.PP. n. 6090 Norme per la progettazione, il calcolo, la esecuzione ed il collaudo di costruzioni con strutture prefabbricate in zone asismiche e sismiche

C.N.R. Norme tecniche n. 10025/84 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle 14/12/83 strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati Decreto Min. LL.PP. 03/12/87 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e (G.U. 07/05/88 n. 106 Suppl.) collaudo delle costruzioni prefabbricate Circolare Min. LL.PP. n. 31104 Istruzioni in merito alle norme tecniche per la (16/03/89) L. 02/02/1974 n. 61 art. 1 progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate

CNR 10025/84 “Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati”

#### NORME RELATIVE ALL'ACCIAIO PER USO STRUTTURALE

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

Decreto del Ministero delle Infrastrutture 2018. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 4.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30).

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

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 2018.

#### NORME RELATIVE AL BULLONI

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

Decreto del Ministero delle Infrastrutture 2018. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 4.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30).

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

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 2018.

#### MURATURE

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

Decreto del Ministero delle Infrastrutture 2018. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 4.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30).

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

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 2018.

#### NORME RELATIVE ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO

I prodotti e gli elementi costruttivi impiegati nell'esecuzione di opere per le quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco ai fini della sicurezza antincendio devono essere conformi ai titoli e ai riferimenti delle norme armonizzate europee e alla normativa di recepimento di seguito elencata.

Nella realizzazione di opere di cui sopra devono essere impiegati prodotti ed elementi costruttivi muniti di marcatura CE in conformità all'impiego previsto dalla classificazione e dalle specificazioni tecniche di prodotto.

Per le porte e gli altri elementi di chiusura, per le quali non è ancora applicata la procedura ai fini della marcatura CE in assenza delle specificazioni tecniche e successivamente durante il periodo di coesistenza, l'impiego in elementi costruttivi e opere in cui è prescritta la loro classe di resistenza al fuoco, è subordinato al rilascio dell'omologazione ai sensi degli articoli 5 e 6 del decreto del Ministero dell'interno 21 giugno 2004 e consentito nel rispetto dell'art. 3 del medesimo decreto.

Direttiva 89/106/CEE del 21.12.1988 Direttiva del Consiglio del 21 Dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione

GuUE n. C 309 del 18 dicembre 2009 "Norme tecniche per le costruzioni" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 24 febbraio 2008 suppl. ord. n. 30 21.04.1993, n. 246 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione

10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione



D.M. 21 giugno 2004 Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco ed omologazione di parte ed altri elementi di chiusura

D.M. 10 marzo 2005 Ministero dell'Interno. Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.

D.M. 16/02/09 Modifiche ed integrazioni al decreto 15 marzo 2005 recante i requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione.

D.M. 8 aprile 2010. Elenco riepilogativo di norme concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione. (GU n. 91 del 20-4-2010 )

### **3. CALCESTRUZZI**

#### **3.1. MATERIALI E COSTITUENTI**

##### Cementi

---

Si fa particolare riferimento alle norme, indicazioni, caratteristiche e prescrizioni contenute nella UNI EN 197-1:2006 e nelle normative Legge 26/05/1965 n. 595 e DM 03/06/1968 “Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi”.

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

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

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Aggregati

---

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

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo (§3 della UNI 8520-2).

Si fa riferimento agli aggregati di massa volumica normale compresa fra 2000 e 3000 Kg/mc, determinata secondo UNI EN 1097-6:2002.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nei successivi paragrafi.

Gli aggregati dovranno presentare caratteristiche qualitative tali da poter essere classificati di categoria A, in funzione dei limiti di accettazione definiti nella UNI 8520-2:2002. 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 AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo nel rispetto delle prescrizioni imposte dal § 11.2.9.2 del DM 14-01-2008, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito. La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa naturale o di frantumazione, dovrà provenire da rocce non gelive, aventi alta resistenza alla compressione, essere assolutamente priva di materie terrose ed organiche, essere preferibilmente di qualità silicea, di grana omogenea, stridente al tatto.

Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle interessate da fenomeni anche modesti di erosione e di incrostazione. I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a

struttura microcristallina o di calcari compatti, puri, durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione; saranno a spigolo vivo, scevri da materie terrose ed organiche. Ghiaie e pietrischi devono provenire da rocce non gelive.

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

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

### Acqua di impasto

---

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

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

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

### Additivi

---

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

Gli additivi eventualmente utilizzati dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche finali dei manufatti ed essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di un Laboratorio Ufficiale da sottoporre al giudizio del Direttore dei Lavori, di rispondere ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti. Nel caso di utilizzo di additivi "superfluidificanti", dovranno essere impiegati esclusivamente quelli di tipo sintetico a base acrilica o melamminica.

La quantità di additivi, se ne vengono usati, non deve superare i 50 g/Kg di cemento né deve essere minore di 2 g/Kg di cemento nella miscela. E' consentito l'impiego di additivi in quantità minore soltanto se preventivamente dispersi nell'acqua di impasto. La quantità di additivo liquido che superi i 3 l/mc di calcestruzzo deve essere presa nel calcolo del rapporto a/c (UNI EN 206-1:2006, punto 5.2.6).

### Aggiunte

---

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

L'uso degli elementi di aggiunta potrà essere vietato o condizionato a limiti e particolari qualità, quantità, caratteristiche e modalità di confezionamento. In ogni caso, salvo prescrizioni più restrittive

eventualmente impartite dalla D.L., l'utilizzo di aggiunte dovrà essere conforme a quanto nella UNI EN 12620 per le aggiunte di “tipo I” e nei par. 5.1.6 e 5.2.5 della UNI EN 206-1:2006 ed al par. 4.2 della UNI 11104:2004 per le aggiunte di “tipo II”.

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

### Ceneri volanti

---

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato. Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente (di cui al punto 1.3.4) il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, come definito al § 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1, verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104.

### Fumo di silice

---

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

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

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

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

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

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

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

La quantità (cemento + k \* quantità fumo di silice, c.d. contenuto di cemento equivalente) non deve comunque risultare inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (o delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade. L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione dei Lavori.

### Limiti di radioattività

---

Si raccomanda di effettuare prelievi e controlli a campione, certificati da Istituti di Fisica delle Università, per assicurare che il livello di radioattività di tutti i componenti e, in particolare, delle ceneri

eventualmente utilizzate, risulti inferiore a quello del "fondo naturale di radiazioni", dell'area di intervento, così come definito all'art.5 del DPR 13/2/64 n. 185.

### **3.2. SPECIFICHE DI COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE**

#### Generalità

---

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

#### Durabilità e caratteristiche di "Prestazione" e "Composizione"

---

Tutti i calcestruzzi impiegati saranno a "prestazione garantita", in conformità alla UNI EN 206-1:2006.

Dovrà essere garantita, unitamente alla resistenza, la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio. Pertanto, ogni calcestruzzo oltre a rispettare tutte le prescrizioni contenute esplicitamente o implicitamente negli elaborati progettuali, dovrà altresì rispettare i requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104:2004, UNI EN 206-1:2006 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alle classi di esposizione ambientale dell'opera cui il calcestruzzo è destinato. Le prescrizioni base di progetto, per ogni tipo di miscela omogenea, sono riferite alle seguenti caratteristiche:

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

#### Granulometria dell'aggregato

---

Gli inerti dovranno essere suddivisi come minimo in tre classi granulometriche (esclusivamente per il calcestruzzo dei soli fondelli prefabbricati dei solai a 'predalle' il numero minimo delle classi granulometriche è pari a due); la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadra da 5 mm di lato.

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

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità del conglomerato stesso, dell'armatura metallica, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. La dimensione massima dell'aggregato, indicata nelle singole analisi dei conglomerati, dovrà comunque corrispondere alle caratteristiche dei getti e delle armature, così come indicato al punto 5.2.3. della UNI EN 206-1:2006. La determinazione di verifica del diametro massimo degli inerti verrà effettuata secondo la UNI EN 933-1:2009. Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

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

### Rapporto acqua/cemento

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

- ( $a_{agg}$ ) => 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;
- ( $a_{gh}$ ) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;
- ( $a_m$ ) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

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

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

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

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

- c => dosaggio per 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 11104 (ved. paragrafi 2.2.1 e 2.2.2);

### 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 nel presente Capitolato Speciale di Appalto.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con la Direzione dei Lavori la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate al punto 1.5.1. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo e sarà effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità dei calcestruzzi ordinari dovrà essere definita mediante:

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

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

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

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

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

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

#### Acqua di bleeding

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122:2008.

#### Progetto di Miscela - Studio preliminare di qualificazione

Tutti i conglomerati dovranno essere studiati preliminarmente e verificati sperimentalmente per i necessari controlli di accettazione. Deve essere sottoposto alla D.L. il Progetto di Miscela (mix-design) di ogni tipo di miscela omogenea, in grado di soddisfare tutti i requisiti qualitativi e prestazionali prescritti. I “Progetti di Miscela” dovranno, fra l'altro, contenere i seguenti dati:

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

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

della D.L, significative prove sperimentali sulle miscele progettate per la valutazione delle resistenze caratteristiche e per la verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

### 3.3. SPECIFICHE DI PRODUZIONE

Le modalità di stoccaggio, dosaggio, miscelazione, trasporto, getto, consegna e stagionatura dei conglomerati dovrà essenzialmente corrispondere a quanto prescritto dalla UNI EN 206-1:2006. In accordo al 2018 per la produzione del calcestruzzo si richiede che venga prodotto con processo industrializzato e fornito da impianti certificati con FPC.

Le miscele, prodotte con un processo industrializzato come richiesto nel presente Capitolato Speciale di Appalto, non necessitano della prequalifica richiesta, invece, dal 2018 per i conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

#### Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato

Tale situazione è contemplata dal DM 2018 al § 11.2.8, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia all'interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso. Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo:

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

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

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal DM 2018 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

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

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

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

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



La Direzione Lavori verificherà quindi che i documenti accompagnatori di ciascuna fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione. Ove opportuno la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (ad es. certificazione della marcatura CE dei materiali costituenti).

L'Impresa deve avvalersi simultaneamente di almeno due distinti fornitori di calcestruzzo. Ogni fornitore di calcestruzzo deve disporre di impianti in grado di garantire una produzione minima di 350 mc/giorno (50 mc/ora) resi in cantiere. In ogni caso gli impianti di betonaggio dovranno avere potenzialità di produzione adeguata all'entità delle opere da eseguire secondo quanto indicato dal programma lavori.

#### Confezionamento del cls

---

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

La miscelazione degli elementi dovrà avvenire con il seguente ciclo: inerti, cemento, acqua, additivi. Essa dovrà essere effettuata meccanicamente. Nel caso di autobetoniere, la miscelazione deve essere eseguita in un'unica fase con automezzo fermo ed alla massima velocità indicata dalla casa produttrice del contenitore. In ogni caso la miscelazione dovrà essere conforme a quanto indicato nella UNI EN 206-1:2006.

#### Trasporto del cls

---

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

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

- data e ora di produzione;
- data e ora di arrivo in cantiere, di inizio scarico e di fine scarico;
- classe o classi di esposizione ambientale;
- classe di resistenza caratteristica del conglomerato;
- tipo e classe;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di consistenza o valore numerico di riferimento;
- classe di contenuto in cloruri;
- quantità di conglomerato trasportata;
- la struttura o l'elemento strutturale cui il carico è destinato.

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

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

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

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

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

Non sono ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

#### Posa in opera del calcestruzzo

---

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

È onere dell'Impresa la perfetta pulizia, prima dell'esecuzione dei getti, delle superfici (e.g. casseforme, elementi strutturali) che devono accogliere i getti stessi. In particolare su tali superfici deve essere verificata l'assenza di corpi estranei quali, ad esempio, elementi in plastica, in legno, in polistirene, residui di ferri (fili, chiodi, reggette) aventi funzione di legatura, di collegamento casseri od altro. Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice.

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

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

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

Ogni aggiunta di acqua o additivi al calcestruzzo dovrà essere registrata sulla scheda di consegna del materiale ed, in ogni caso, esplicitamente autorizzato dalla D.L..

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

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

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso. Dopo aver gettato il calcestruzzo in opera, si provvederà ad eseguire il costipamento mediante vibrazione. La vibrazione dovrà essere eseguita per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla D.L., generalmente non superiore a 15 cm, ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante.

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

Il calcestruzzo dovrà essere compattato in modo da assicurare che una carota estratta dal getto in opera, dietro richiesta della D.L., presenti una massa volumica non inferiore al 97% della massa volumica del calcestruzzo compattato a rifiuto, prelevato per la preparazione dei provini cubici in corso d'opera. Tutti i manufatti dovranno essere realizzati con getti monolitici; affinché il getto sia considerato monolitico, ogni strato dovrà essere posato sul precedente prima che quest'ultimo abbia iniziato a fare presa.

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

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

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

Con riferimento agli impalcati, al fine di garantire la monoliticità strutturale degli impalcati si suggerisce di eseguire il getto prima delle travi e poi dei campi di solaio interposti.

I conglomerati di qualsiasi natura ed impiegati per qualsiasi tipologia strutturale, di fondazione o di elevazione, dovranno dare, dopo sformatura, superfici perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, nidi di ghiaia, sbavature od irregolarità di sorta e tali comunque da non richiedere ripristini, spianamenti o rinzaffi. Ove, per imperfezione del lavoro, si presentassero al momento del disarmo incavi o irregolarità, l'Appaltatore sarà tenuto al ripristino dell'irregolarità delle superfici con malta cementizia premiscelata a ritiro compensato o espansiva aventi caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle della struttura originaria, dopo aver ravvivato e bagnato a rifiuto le superfici da regolarizzare e seguendo le modalità di esecuzione prescritte dal produttore della malta.

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

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

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

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

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

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

#### Stagionatura dei getti

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

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

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

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

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

#### Getti nella stagione fredda

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

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

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

Il Direttore dei Lavori a suo giudizio insindacabile potrà autorizzare il getto con temperature comprese tra 263 K (-10 °C) e 278 K (5 °C) a condizione che l'impianto di betonaggio sia dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto, sia superiore a 287 K (14 °C) o che siano utilizzati, sotto la responsabilità dell'Impresa, additivi acceleranti di presa conformi alla UNI EN 934-2 e opportuni additivi antigelo conformi alla norma UNI 7109.

Oltre alle succitate precauzioni occorrerà mettere in atto particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. per evitare una dispersione termica troppo rapida. Si dovrà quindi prevedere l'eventuale posa di teloni od altri elementi di protezione, tali comunque da creare un microclima adatto intorno ai materiali ed alle opere da proteggere. I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi qualora la temperatura scenda al di sotto di 263 K (-10 °C).

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

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

#### Getti nella stagione calda

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

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

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

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

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

#### Interruzioni e riprese di getto

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

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

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

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

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

#### Tolleranze

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

### **3.4. ACCETTAZIONE DEI CALCESTRUZZI E CONTROLLO DI QUALITA'**

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

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, il Fornitore del calcestruzzo dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o presso l'impianto di confezionamento, ad eccezione delle eventuali determinazioni chimiche e dei controlli di cui al punto 1.5.1 che dovranno essere eseguite presso laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

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

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

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

### Controlli di accettazione

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

I controlli saranno classificati come segue:

- tipo A;
- tipo B (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m<sup>3</sup>).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m<sup>3</sup> di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel 2018e nella norma UNI-EN 206-1. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato. Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante. Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori.

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

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti. La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

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

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

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

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie. Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero. Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassatura. La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni. Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile che dovrà anche essere riportata su un verbale in modo tale che si possano conoscere, oltre alla denominazione del cantiere, la composizione, le caratteristiche e la localizzazione nel contesto dell'opera del calcestruzzo prelevato, nonché la data e l'ora del prelievo (UNI EN 12350-1:2001, punto 5); l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini. L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

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

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

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto, ecc.). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °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 appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

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

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 del D.M. 14-01-2008. Il Direttore dei lavori potrà far prelevare provini supplementari, oltre quelli indispensabili al controllo di accettazione di cui 2018e richiedere prove di resistenza alle stagionature brevi (3/7/14 gg). Tali prove sono a carico dell'Impresa.

#### Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

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

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

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

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 D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti. Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

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



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

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

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

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

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

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

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

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

#### Prove di carico

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

### **3.5. CONTROLLO DI PRODUZIONE E DI CONFORMITÀ**

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

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

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

### 3.6. ANALISI DEI CONGLOMERATI

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

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nel D.M. 14.01.08 e nelle norme UNI EN 206-1:06 e UNI EN 197-1; l'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e di collaudo sono regolate dal D.M. 2018.

Il cemento, fra quelli considerati idonei in conformità alla norma UNI EN 197-1, Leganti idraulici deve essere scelto, tenendo in considerazione:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'uso finale del calcestruzzo;
- le condizioni di maturazione;
- le dimensioni della struttura;
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta;
- la potenzialità reattiva degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

Il calcestruzzo per l'impiego nelle opere di conglomerato cementizio semplice e armato deve essere di Classe di esposizione XS secondo norma UNI EN 206 e UNI 11104:2004:

- XS1 esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare: a/c max = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340; minima classe di resistenza: C32/40

- XS2 permanentemente sommerso: a/c max = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360; minima classe di resistenza: C35/45
- XS3 zone esposte agli spruzzi o alla marea: a/c max = 0,45; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360; minima classe di resistenza: C35/45

In ambiente marino si deve sempre usare cemento tipo pozzolanico o d'altoforno (o comunque solfato-resistente); il rapporto in peso acqua/cemento non dovrà superare il valore massimo di 0,50/0,45 ovviamente tenendo conto anche del contenuto di acqua degli inerti all'atto del confezionamento del calcestruzzo.

Il confezionamento deve, in ogni caso, rispondere alle indicazioni delle "Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale", edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in recepimento della Direttiva Europea 89/106/CEE.

I cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno, se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso laboratori ufficialmente riconosciuti.

Per i cementi d'importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

Nel caso in cui il cemento sia approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità; l'immagazzinamento del cemento nei silos deve essere effettuato senza miscelare tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dai cementifici prescelti, a fornire cemento per il quantitativo previsto, ed in corrispondenza ai requisiti chimici e fisici di legge.

### LEGANTI IDRAULICI SPECIALI

I cementi a presa rapida, dovranno rispondere alle sopraindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dall'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e, gli sfridi, a presa avvenuta, dovranno essere portati a rifiuto.

I cementi privi di ritiro, costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:

- determinazione del ritiro del cls indurito (UNI 11307:2008)
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm.;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122:2008;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123:72); -ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (CNR UNI 10020:71);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI EN 12390). I legnati idraulici speciali saranno miscelati con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi dovranno essere trasportati a rifiuto.

L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida rispettando le indicazioni consigliate dal produttore.

### AGGIUNTE

Ai sensi art. 11.2.9.2 del D.M. 2018, nei calcestruzzi per uso strutturale è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Le ceneri volanti devono soddisfare

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

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

#### ADDITIVI

Ai sensi dell'art. 11.2.9.4 del D.M. 2018, nei calcestruzzi per uso strutturale gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934/2. Gli additivi per impasti cementizi sono classificati in funzione delle caratteristiche prestazioni in: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti/aeranti; fluidificanti/ritardanti; fluidificanti/acceleranti; antigelo/superfluidificanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

#### MISCELE PRECONFEZIONATE DI COMPONENTI PER IL CALCESTRUZZO

Ai sensi art. 11.2.9.6 del D.M. 2018, per calcestruzzi strutturali, in assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

#### MALTE E CALCESTRUZZI CEMENTIZI

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte, ed i rapporti di miscela, devono corrispondere alle prescrizioni delle voci precedenti, per i vari tipi d'impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei lavori.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti deve essere effettuato con dispositivi meccanici suscettibili di esatto controllo, che l'Impresa deve fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti devono essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno sollecitamente e senza indugio portati a rifiuto.

#### MATERIALI DIVERSI

I materiali diversi da quelli specificati nei precedenti articoli devono dall'Appaltatore essere somministrati in conformità alle prescrizioni dei corrispondenti articoli di elenco ed essere, comunque, delle migliori qualità esistenti in commercio. Essi devono rispondere alle vigenti norme.

## **4. ACCIAIO PER C.A.**

### **4.1. CARATTERISTICHE**

Tutte le armature per c.a. dovranno presentare caratteristiche meccaniche e tecnologiche corrispondenti al tipo di acciaio indicato come B450C dal vigente D.M. 2018.

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

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

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal D.M.2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva

Prodotti CPD (89/106/CE). L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Oltre alle proprietà meccaniche previste dal D.M. 2018 di cui alla tabella 3.1.1

**Tab. 3.1.1** – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 2018

Proprietà	Valore caratteristico
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 450 \alpha$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 540 \alpha$
$f_t/f_y$	$\geq 1.15 \beta$
$A_{gt}$ (%)	$\leq 1.35 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\geq 7.5 \beta$
	$\leq 1,25 \beta$
$\alpha$ valore caratteristico con $p = 0,95$	
$\beta$ valore caratteristico con $p = 0,90$	

si richiedono le caratteristiche aggiuntive riportate nella seguente Tab. 3.1.2

**Tab. 3.1.2** – Proprietà aggiuntive

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
Controllo radiometrico	
* = in campo elastico	
** = in campo plastico	

#### Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo. La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630. Il valore della tensione  $\sigma_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

#### Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc.). La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

*Prova carico ciclico in relazione al diametro*

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

$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$
-------------	------	-----------

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

#### Diametri e sezioni equivalenti

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

##### *Diametri nominali e tolleranze*

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

#### Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 2018. L’indice di aderenza  $I_r$  deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086/71).

##### *Valori dell’indice $I_r$ in funzione del diametro*

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

#### Saldabilità

Tutte le armature dovranno essere del tipo saldabile e, pertanto, corrispondenti alla qualità indicata al punto 11.3.2.7 del D.M. 2018.

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

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

## **4.2. CONTROLLI SULL’ACCIAIO**

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

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

### Controllo della documentazione

---

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 2018 al § 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.11 e 11.3.2.12 del citato decreto.

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

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

Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione è necessaria la documentazione atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 2018.

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

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

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine. La Direzione dei Lavori prima della messa in opera provvederà a verificare quanto sopra indicato; in particolare controllerà la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.

### Controlli di accettazione

---

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 2018 al § 11.3.2.10.4. Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

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

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

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

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

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente D.M. 2018, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

*Valori limite per prove acciaio*

<b>Caratteristica</b>	<b>Valore Limite</b>	<b>Note</b>
<i>fy minimo</i>	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
<i>fy 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 < ft/fy < 1.37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

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

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

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

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

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

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

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

## **5. CONDIZIONI DI LAVORAZIONE**

### **5.1. Trasporto e stoccaggio**



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

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

## **5.2. Lavorazione**

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

Non saranno ammessi:

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

## **5.3. Disposizioni costruttive**

Le armature dovranno essere montate nel pieno rispetto delle sagome e posizioni indicate negli esecutivi di progetto e nelle prescrizioni del Capitolato Speciale di Appalto.

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

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferrì ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere, per i pilastri e le pareti, in plastica o, preferibilmente, a base di malta cementizia (dello stesso colore di quello previsto per i getti in calcestruzzo), mentre per le strutture degli impalcati (travi, solai, solette) e delle fondazioni dovranno essere esclusivamente a base di malta cementizia (dello stesso colore di quello previsto per i getti in calcestruzzo). I distanziatori, inoltre, dovranno essere di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

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

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

## **6. OPERE DI SCAVO, RINTERRO E RILEVATI**

Il presente capitolo definisce le prescrizioni tecniche, le modalità di esecuzione e i requisiti di accettazione dei materiali e delle lavorazioni inerenti alle opere scavo, di rinterro e di formazione dei

rilevati e dei piani di posa. Sono inoltre trattate le opere relative alla formazione di rilevati con terre stabilizzate a calce e cemento e terre armate.

Nelle opere di scavo sono comprese tutte le fasi di intervento e le lavorazioni necessarie all'esecuzione delle opere di contenimento dei fronti scavo, delle opere interne all'ambito della sicurezza idrogeologica dell'area, delle opere strutturali e di quelle relative ai sottoservizi e alle sistemazioni esterne. Nell'esecuzione delle opere di scavo, l'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alle prescrizioni impartite dai vari Enti Gestori, e dalla D.L.

### **6.1. DEFINIZIONE DEL LAVORO**

La presente descrizione definisce le modalità per l'esecuzione di:

- scavi di sbancamento generale;
- scavi a sezione obbligatoria;
- scavi di fondazione eseguiti in più fasi;
- scavi speciali archeologici
- rinterri;

### **6.2. PRESCRIZIONI DI VALIDITÀ GENERALE**

L'Appaltatore deve di sua iniziativa predisporre ogni accorgimento e impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. L'Appaltatore è tenuto ad eseguire, con i propri criteri, e nell'osservanza delle norme vigenti le sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare le spinte dei terreni e delle acque di falda, gli sbarramenti e le segnalazioni atte ad isolare le zone interessate dai lavori, per garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti. L'Appaltatore deve in ogni caso adottare, di sua iniziativa ogni cautela atta a prevenire smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni. Qualora per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni venissero danneggiate altre parti od oltrepassati i limiti di scavo fissati, le parti danneggiate o indebitamente demolite dovranno essere ricostruite a spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore deve provvedere all'esecuzione di tutte le opere necessarie per l'aggottamento e l'allontanamento delle acque di qualsiasi provenienza e di qualunque portata, allo scopo di mantenere asciutti gli scavi sia durante il periodo di esecuzione degli scavi stessi che durante la costruzione delle opere previste entro gli scavi. Lo scavo comprenderà la rimozione e lo smaltimento di tutti i materiali che si rinvergono nello scavo stesso, compresi pietre e trovanti di qualsiasi genere e dimensione. Le pietre, le eventuali strutture di cemento armato e i trovanti di qualsiasi volume e dimensione, che si rinvergono durante il lavoro di scavo saranno demoliti in volumi facilmente asportabili.

Le lavorazioni devono essere limitate alle parti ed alle dimensioni stabilite negli elaborati di progetto e conformate alle indicazioni della D.L. Il fondo dello scavo deve, di norma, essere adeguatamente compattato. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire le opere già eseguite, iniziare le opere di fondazione e murarie prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di posa delle fondazioni. Sarà onere dell'Appaltatore il trasporto di tutti i materiali di risulta fino al piano di carico ed il successivo trasporto a discarica autorizzata, la pulizia sistematica e finale delle aree di cantiere o altre poste in prossimità dello stesso. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della D.L., dovranno essere accuratamente trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.L. stessa. Per quanto sopra descritto sono a carico della ditta appaltante:

- eventuali scarifiche superficiali ed estirpazione di vegetazione e ceppaglie;
- l'esecuzione di tutte le opere provvisorie di puntellazione, passerelle, protezioni, ecc. e quanto altro necessario allo svolgimento dei lavori in condizioni di assoluta sicurezza;
- paleggi ed innalzamenti, carico, trasporto a qualsiasi distanza ed il reperimento dei luoghi in cui avverrà lo scarico;
- tutti gli oneri e magisteri necessari per dare le opere perfettamente idonee alle successive opere di costruzione;

- la sistemazione e la protezione delle scarpate, per lo spianamento del fondo, ed il successivo rinterro contro le murature perimetrali;
- eventuali rimozioni e smaltimenti di tutti i materiali e trovanti che si rinvengono nello scavo stesso;
- ogni ulteriore spesa di mano d'opera, materiali, noleggi, mezzi necessari per l'esecuzione completa degli scavi;
- predisposizione dei percorsi per l'accesso alle aree di lavoro;
- ripristino dei percorsi di cui al punto precedente;
- verifica della presenza di eventuali sottoservizi.

### **6.3. DISCARICHE NORMALI E SPECIALI**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi di ogni genere e non reimpiegabili nell'ambito delle opere in cantiere, dalle demolizioni e da smantellamento di opere provvisorie e/o baraccamenti di cantiere devono essere trasportati alle pubbliche discariche autorizzate, ad esclusione di quelli necessari al successivo riutilizzo e/o quelli per cui la D.L. ha prescritto l'accatastamento presso un deposito o in cantiere. Il reperimento, la disponibilità, l'accessibilità e l'idoneità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a totale sua cura e spesa.

Qualora si dovesse rimuovere o demolire materiale classificato ad alto rischio ambientale o che comunque necessiti il trasporto in idonee discariche speciali l'Appaltatore dovrà farsene carico secondo le modalità e le normative vigenti.

### **6.4. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere accompagnati da una idonea certificazione d'origine, che ne attesti la conformità alle caratteristiche tecniche richieste dalle presenti specifiche. I materiali provenienti dagli scavi, per ogni zona di provenienza, devono essere qualificati mediante una campagna di indagine e risultare conformi alla destinazione di impiego e alla tipologia di utilizzo, secondo quanto prescritto dal D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. nonché Leggi Regionali.

I materiali provenienti da cave di prestito, per ogni zona di provenienza, devono essere qualificati nel rispetto della direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, e devono essere accompagnati dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore), come previsto dal D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione, e dal D.P.R. 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nel caso di mancanza di dette certificazioni il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.

### **6.5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10 agosto 2012, n. 161-Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo

## **7. CASSEFORME**

### **7.1. GENERALITÀ**

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

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

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

Rientra tra gli oneri compensati con il prezzo forfetario globale, tenuto conto del ribasso, offerto dall'Impresa in sede di gara di Appalto, l'approvvigionamento di casseforme e dei relativi puntelli sufficienti a garantire il rispetto del cronoprogramma previsto in progetto conformemente a tutte le specifiche e prescrizioni previste negli elaborati progettuali ed in particolare nel presente Capitolato Speciale di Appalto.

### **7.2. CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORME**

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

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

Particolare attenzione andrà posta nel completo fissaggio delle casseforme al suolo e tra loro e alla loro perfetta sigillatura, onde evitare fenomeni di sollevamento o galleggiamento delle stesse. Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866.

Le casseforme dovranno essere a tenuta sufficientemente stagna affinché il costipamento del calcestruzzo, in esse contenuto, non provochi la perdita di quantità consistenti di materiali (acqua, boiaccia, ecc.). Le casseforme dovranno essere rigide, opportunamente rinforzate e non presentare deformazione alcuna sotto l'azione del carico di calcestruzzo fresco in esse contenuto e sotto l'azione delle operazioni di vibratura e battitura del conglomerato.

I casseri vibranti, per le parti prefabbricate ed i calcestruzzi architettonici, dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta qualità delle superfici e degli spigoli. Potranno essere provvisti di impianto di invecchiamento artificiale, omologato dagli enti competenti. Nel caso di casseforme con grande sviluppo in altezza, si dovrà provvedere all'apertura di finestre nel cassero per consentire le eventuali pulizie, controllare l'evolversi del getto e procedere alla vibratura ed al corretto costipamento degli strati inferiori. Per elementi portanti orizzontali di luce superiore a 5 metri, i casseri dovranno essere predisposti con una monta dell'ordine di 1/1000 della luce, salvo non diversamente disposto negli elaborati e specifiche di progetto. La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

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

I casseri in legno non potranno essere reimpiegati più di tre volte; negli altri casi potranno essere consentiti reimpieghi più numerosi purché il risultato del getto non presenti evidenti difetti estetici e di forma. Salvo non diversamente disposto dagli esecutivi di progetto, tutti gli spigoli vivi dovranno essere evitati prevedendo smussi 15 mm x 15 mm.

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

### **7.3. DISTACCANTI**

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

L'applicazione dovrà essere effettuata, al fine di assicurare uno strato sottile ed omogeneo, a spruzzo mediante sistemi automatici ad ugelli atomizzatori. I prodotti disarmanti devono essere applicati in strati omogenei continui; su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Il disarmante del tipo idoneo alla natura dei casseri non dovrà provocare formazione di macchie ed aloni sui manufatti, né lasciare depositi di alcun genere che possano interagire negativamente con le successive finiture e lavorazioni e dovrà essere conforme a UNI 8866.

I disarmanti dovranno risultare non infiammabili, non dovranno contenere benzene, toluene o xilene (legge 5/3/1963 n. 245) ed essere esenti da ammine aromatiche (circolari n. 46/1979 e n. 61/1981). Le caratteristiche chimiche, fisiche e tossicologiche del disarmante dovranno essere tali da risultare non soggetto ad etichettature (legge 29/5/1974 n. 256, D.M. 21/5/1981 e circolare n. 7/1977). Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

### **7.4. PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE E CAVITÀ**

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

### **7.5. DISARMO (RIMOZIONE DEI CASSERI E DEI PUNTELLI)**

Il disarmo verrà effettuato per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche sui vari elementi strutturali. Esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore ritenuto necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive: ogni decisione in proposito è lasciata al giudizio insindacabile del Direttore dei Lavori, sentito eventualmente il parere del Progettista delle Strutture.

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

Per sponde laterali di casseri di fondazioni, travi, pilastri e pareti (parti di casseri che non sopportano carichi)	1 g
Per puntelli, armature e casseri di travi, solette, piastre	24 gg
Per strutture a sbalzo	28 gg

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

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

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

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

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

Per quanto non direttamente in contrasto con le precedenti specifiche, si fa riferimento a quanto disposto nel D.M. 2018.

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

## 8. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

Il presente capitolo definisce le modalità, le caratteristiche e le prescrizioni tecniche per l'esecuzione di opere di carpenteria metallica.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. La lavorazione comprende inoltre i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisorie, le casseforme, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

### 8.1. PRESCRIZIONI GENERALI

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche di cui al D.M. 2018, della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» e della norma UNI EN 1993-Eurocodice "Progettazione delle strutture di acciaio".

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» dell'Ord. P.C.M. n° 3519 28.04.2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire tutte le prestazioni elencate nel contratto di appalto per dare le opere compiute come precisato nella presente specifica e negli elaborati progettuali, in particolare quanto segue:

- l'accettazione scritta della relazione di calcolo redatto dal calcolatore delle strutture della Committente ai sensi dell'art. 1 della Legge 5.11.1971 n.1086;
  - relazione finale del direttore del cantiere;
  - il progetto strutturale esecutivo di officina completo di ogni dettaglio;
  - la progettazione delle metodologie di montaggio e loro chiarificazione a mezzo di relazione scritta;
  - le operazioni di tracciamento partendo dai capisaldi che verranno indicati dalla D.L.;
  - la fornitura delle strutture in acciaio prefabbricate in officina;
- il trasporto dai luoghi di produzione a quelli di installazione;
- il montaggio delle strutture in acciaio;
- le piastre di base complete di tirafondi o di qualsiasi altro sistema di connessione alle strutture;
  - tutta la bulloneria necessaria per il montaggio e l'assemblaggio delle strutture;
  - gli elettrodi per l'esecuzione delle saldature in officina;
  - l'assistenza durante le operazioni di inghisaggio dei manufatti metallici accessori nelle strutture esistenti, quali piastre, tirafondi, mensole di sostegno;
  - i trattamenti di protezione e di finitura, da eseguirsi in officina o in opera, compresi ritocchi;
- l'esecuzione di tutte le prove sui materiali e sulle opere, secondo le prescrizioni di legge e le richieste della D.L. e del Collaudatore;
- l'esecuzione di tutte le prove di carico richieste, secondo le prescrizioni legislative e secondo le richieste della D.L.;
- quanto serve per dare l'opera completa e funzionante.

Fermi restando gli impegni a fronte di quanto sopra, da espletare nei termini richiesti dal programma generale dei lavori, all'Appaltatore viene richiesto di sottoporre alla D.L. per approvazione tutti i disegni e i calcoli dallo stesso eventualmente eseguiti nell'ambito delle prestazioni oggetto dell'appalto.

### 8.2. DESCRIZIONE DEI LAVORI

Il progetto prevede la realizzazione di opere in carpenteria metallica per la formazione di: strutture in elevazione pronto soccorso, carico merci, zona dialisi, centrale gas e cabina elettrica; strutture scale e passerelle;

- solai misti acciaio calcestruzzo con soletta collaborante;
- solai in lamiera grecata;
- inghisaggi;

- tirafondi;
- piastre e profilati di varia sezione per ancoraggi compresa malta di allettamento a ritiro compensato;
- fogli in PTFE per appoggi scorrevoli;
- grigliati;
- trattamenti protettivi alla corrosione e di finitura;
- trattamenti di protezione al fuoco mediante applicazione di vernici intumescenti;

Sono inoltre compresi nell'appalto i seguenti manufatti, elementi costruttivi e comunque tutte le forniture e le lavorazioni necessarie per dare le opere compiute a regola d'arte e funzionali. Tutte le opere strutturali in carpenteria metallica, in elevazione di appoggio e di ancoraggio, di qualsiasi sezione e dimensione comprendono la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali, le saldature, i trattamenti di protezione e finitura, gli elementi di fissaggio meccanico e chimico, le malte reoplastiche antiritiro o espansive e le opere murarie necessarie alla loro posa in opera. Le strutture saranno realizzate secondo le tipologie e dimensioni indicate in progetto.

### **8.3. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali metallici devono essere qualificati: la marcatura deve essere leggibile ed il produttore deve accompagnare ogni fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione di qualificazione di ogni prodotto fornito. Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alle normative vigenti evidenziate ai punti precedenti.

I materiali metallici in generale devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente in fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi devono risultare, all'analisi chimica, esenti da impurità e sostanze anomale e inoltre la loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare la corretta riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni.

Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alle norme europee vigenti. Gli acciai da costruzione non contemplati dalle presenti specifiche tecniche non possono essere impiegati in nessun caso.

### **8.4. CERTIFICAZIONI**

#### **CERTIFICAZIONI PRODOTTI**

Tutti i prodotti forniti dall'Appaltatore devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e devono presentare una marchiatura, dalla quale si evinca, in modo inequivocabile, il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed al suo grado qualitativo. La marchiatura deve essere depositata presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. I materiali privi di marcatura o con marcatura anche parzialmente illeggibile saranno rifiutati dalla D.L.. Copia della documentazione deve essere consegnata alla D.L.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza alle norme UNI EN 9001 e deve essere certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è condotta attraverso la procedura di qualificazione prescritta da D.M..

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del DM 2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

I certificati di prova rilasciati da laboratori incaricati, di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;



- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche di cui ai paragrafi : 11.3.2.11, 11.3.2.12, e 11.3.4.10.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

#### CERTIFICAZIONI ELEMENTI STRUTTURALI

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di cui sopra e dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciate dalle ferriere. Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata in aggiunta alla documentazione di cui al punto 11.3.1.5, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore dello stabilimento e dall'attestato di cui sopra.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il Direttore dei lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa richiedere in cantiere tutti gli eventuali controlli che ritenga opportuni. 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, l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura deve essere depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.

#### ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI VERNICIANTI – GARANZIE

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i campioni di tutti i prodotti vernicianti impiegati, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto. Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto. L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, verificherà che le campionature siano rispondenti ai requisiti richiesti mediante prove eseguite presso Laboratori di fiducia.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli di trattamento protettivo e di finitura, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a pie d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

### **8.5. COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni. A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo. Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori. La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessario, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086. L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa. Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni devono essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza. Per ogni operazione di

collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, specifico verbale a firma della Direzione Lavori e dall'Impresa. L'originale del verbale sarà consegnato alla D.L., una copia sarà conservata dall'Impresa, che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della D.L..

### PROVE SUI MATERIALI

I controlli in officina e in cantiere devono essere eseguiti a cura del Direttore dei lavori o del Tecnico responsabile della fabbricazione. E' facoltà della D.L. esigere prove e verifiche in qualunque momento durante il corso dei lavori, sia sui materiali, sia sulle opere eseguite.

L'accertamento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui eseguire il prelievo, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono essere conformi alle prescrizioni delle norme come enunciate ai punti precedenti.

### PROVE SULLE SALDATURE

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 2018. I controlli saranno eseguiti presso Istituti indicati dalla Direzione Lavori da operatori qualificati almeno di secondo livello secondo UNI EN 473. I relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Il controllo della saldabilità degli elementi da unire e della qualità degli elettrodi impiegati, deve essere eseguito su almeno tre campioni lunghi 50 cm prelevati da membrature. Questi saranno tagliati a metà lunghezza, convenientemente preparati e saldati alla presenza della D.L., facendo uso degli elettrodi di cui si è previsto l'impiego. L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, ed accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi saranno utilizzati metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

### CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori. In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo. Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte. Il grigliati forniti in opera, previa verifica del loro dimensionamento con metodo tabellare sui dati forniti dal produttore, devono ottemperare alle prescrizioni della norma UNI 11002-1-2-3. Il fornitore/posatore del grigliato deve certificare la rispondenza della classe e della portata delle opere eseguite alle norme UNI citate.

## **8.6. COLLAUDO**

A fine lavori si procederà al Collaudo Ufficiale delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.. Ai fini dell'accettazione finale tutte le opere di carpenteria metallica dovranno essere rispondenti a quanto prescritto nei documenti di progetto

(disegni, specifiche, ecc.), alle indicazioni riportate nelle relazioni di calcolo e negli elaborati grafici allegati alla denuncia delle opere, in ottemperanza alla Legge 1086/7.

L'Appaltatore è tenuto a sottostare, sostenendone le spese, alle normali verifiche ed alle prove statiche dei lavori compiuti per dimostrare la buona esecuzione, la resistenza la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. Sarà pure a carico dell'Appaltatore, e compreso nel prezzo dell'appalto, l'onere relativo all'esecuzione delle prove di carico. Il collaudo statico dell'opera e le relative prove di carico dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alla Legge 1086/71 e del D.M. 2018.

Nelle prove di carico, se richiesto dalla D.L. e/o dal Collaudatore, dovranno essere impiegate apparecchiature per il rilievo, oltre che degli spostamenti, anche delle deformazioni (estensimetri elettrici o meccanici ed elettromeccanici). Durante il collaudo verrà verificata la rispondenza delle opere, a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure richieste, nel rispetto delle tolleranze riportate nelle presenti specifiche tecniche. Tutte le strutture dovranno essere eseguite in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali, con spigoli vivi o smussati. Nel caso in cui le opere non rispettino le caratteristiche richieste, sarà obbligo dell'Appaltatore apportare, a sua cura e spese, le riparazioni e le correzioni necessarie all'eliminazione dei difetti riscontrati.

L'Appaltatore dovrà consentire alla D.L. e al Collaudatore il libero accesso in qualsiasi luogo delle officine che abbiano attinenza con la fornitura e dovrà prestare, a sua cura e spese, tutta l'assistenza richiesta. Se richiesto dalla D.L., oltre che mediante prove di rottura dei campioni, la valutazione delle caratteristiche dei materiali potrà essere eseguita anche con metodi non distruttivi (ultrasuoni, radiografie, ecc.), sia in corso d'opera che in fase di collaudo finale.

Le prove saranno integrate con un programma specifico di controllo delle saldature da attuare con metodi correnti quali ultrasuoni, radiografie, liquidi penetranti.

### **8.7. TOLLERANZE**

Le tolleranze materiali ammesse sono le seguenti:

-Spessori 0 mm;

Le tolleranze opere ammesse sono le seguenti:

-Dimensioni  $\pm 1$  mm;

-Posizioni  $\pm 1$  mm.

La tolleranza sulla lunghezza della lamiera dovrà essere inferiore a 2 mm; il taglio sulla lunghezza dovrà essere in squadra con una tolleranza che non supera un angolo di  $\pm 1^\circ$  di fuori squadra; non sono ammesse deformazioni di nessun tipo dovute al taglio. Resta inteso che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, non si devono sommare. Qualora non fossero rispettate le tolleranze sopra indicate le opere eseguite non saranno accettate. Esse dovranno essere ripristinate in conformità al progetto a cura e spese dell'Appaltatore. Non saranno ammessi ritardi per rifacimenti/demolizioni e ricostruzioni.

### **8.8. NORME DI MISURAZIONE**

I manufatti in acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno verificati dimensionalmente con riferimento ai disegni ed alle prescrizioni di progetto. La verifica del peso sarà effettuata con procedimenti adeguati di pesatura meccanica.

### **8.9. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

#### **ACCIAIO**

Le opere strutturali e di completamento sono realizzate con elementi in acciaio per costruzioni in carpenteria metallica tipo S355 J0. I grigliati dei cavedi impianti per impalcati di manutenzione sono in acciaio S275 JR. Gli acciai impiegati devono essere conformi alle indicazioni di progetto e conformi alla norma UNI EN 1993/2005, Eurocodice 3.

Le piastre di contatto atte a consentire gli spostamenti delle strutture metalliche del pronto soccorso sono realizzate in acciaio AISI 316 secondo norma UNI EN 10080.

Caratteristiche tecniche:

Acciaio per costruzioni tipo S355 J0 secondo UNI EN 1931-1 e UNI EN 10025-2:

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 355$  MPa

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 510$  MPa

Acciaio per costruzione tipo S275 J0 secondo UNI EN 1931-1 e UNI EN 10025-2:

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 275$  MPa

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 430$  MPa

### MALTA CEMENTIZIA ESPANSIVA

Malta cementizia espansiva, dotata di marcatura CE, applicabile mediante colaggio per spessori centimetrici tra piastra e fondazione o per inghisaggi. La malta deve essere caratterizzata da elevata fluidità e capacità di scorrimento per garantire il riempimento degli spazi sottopiastra e dei fori di inghisaggio, elevata adesione al calcestruzzo e all'acciaio e resistenza ai fenomeni di fatica.

Le prestazioni ottenute con una consistenza di 260 -270 mm, valutate secondo la norma UNI EN 12395/1, dovranno essere le seguenti:

- adesione al calcestruzzo UNI EN 12615 a taglio  $> 6$  MPa
- modulo elastico UNI EN 13412 28.000 (  $\pm 2000$  ) MPa
- resistenza a compressione UNI EN 12190 28 gg  $> 75$  MPa
- resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1 28 gg  $> 9$  MPa

### RESINE PER INGHISAGGI

Resina vinilestere ibrida bicomponente ad elevate prestazioni, non contenente stirene, composta da leganti organici a base di resine, cariche minerali ed additivi in grado di incrementare le caratteristiche chimico-fisiche. Il prodotto impiegato godrà di:

- benessere tecnico europeo (ETA) e marcatura CE che ne attesti l'idoneità per applicazioni su calcestruzzo non fessurato (opzione 7) con barre filettate zincate, in acciaio inox A4 e acciaio C 1.4529;

certificazione di resistenza al sisma ICC ER 6149; -omologazione specifica per ferri da ripresa su calcestruzzo secondo Eurocodice 2;

certificazione antifumo F 120 (IBMB) M8-M30 secondo la curva di incremento termico ISO 834 – DDIN 4102 parte 2;

certificazione Socotec KX 0866 per barre ad aderenza migliorata su calcestruzzo non fessurato;

- caratterizzazione meccanica eseguita presso laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e
- dei Trasporti. Il prodotto impiegato avrà le seguenti caratteristiche:
- insensibilità all'umidità e all'acqua dopo la posa;
- ridotti fenomeni di ritiro in fase di polimerizzazione;
- viscosità calibrata; -ottima tixotropia;
- non infiammabile, punto di infiammabilità  $> +100^{\circ}\text{C}$ .

Prima dell'inizio dei lavori, con conveniente anticipo, l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L., per approvazione, la scheda tecnica del prodotto che intende utilizzare. Per la posa in opera l'Appaltatore farà riferimento, scrupolosamente, alle istruzioni allegate al prodotto.

### LAMIERE GRECATE TIPO HI-BOND

Gli elementi di lamiera grecata, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine qualificati ed essere accompagnate dalla dichiarazione del produttore che le caratteristiche tecniche del prodotto rispettano i limiti previsti dal prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea EN 14782. Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al DPR n.246/93.

Caratteristiche tecniche:

- lamiera presso-piegata di acciaio zincato, tipo HI-BOND A55/P600, dello spessore di 0,8 mm o di 0,6 mm, come indicato sulle tavole esecutive di progetto per la formazione di impalcati.
- la zincatura a caldo delle lamiere sottili di acciaio dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni delle norma UNI EN ISO 1461:1999. Gli spessori richiesti dovranno intendersi al netto della zincatura.

Le lamiere saranno fissate alla sottostante struttura in acciaio mediante fissaggi meccanici, con l'accortezza di impiegare viti autofilettanti già dotate di guarnizioni di tipo siliconico.

Le lamiere saranno fissate alla sottostante struttura in acciaio mediante fissaggi meccanici, con l'accortezza di impiegare viti autofilettanti già dotate di guarnizioni di tipo siliconico.

### PANNELLI IN LAMIERA

Pannelli autoportanti in lamiera grecata e preverniciata costituiti da due rivestimenti in lamiera di acciaio tra i quali è interposto uno strato di schiuma isolante in poliuretano espanso iniettato ad alta pressione. Il rivestimento esterno è grecato, quello interno è liscio, dotato di nervature.

Caratteristiche tecniche:

- laminato superiore in acciaio sp. 0,5 mm
- laminato superiore in acciaio sp. 0,4 mm
- spessore totale 75 mm
- sezione piena 40 mm
- altezza nervatura 35 mm
- interasse nervature 500 mm

I pannelli devono essere montati in massima pendenza su correnti in metallo predisposti ad interasse come previsto dalle condizioni di carico.

Il fissaggio dei pannelli all'orditura sottostante è eseguito mediante apposite viti in acciaio zincato o inox dotate di rondelle coniche e guarnizioni di tenuta in elastomero EPDM. In caso di montaggio su orditura metallica, deve essere predisposto un elemento di separazione non metallico tra pannello e corrente al fine di impedire l'insorgere di corrosione galvanica dovuta al contatto tra metalli diversi. Il sormonto laterale tra i pannelli è realizzato con la sovrapposizione delle estremità maschio e femmina del pannello stesso, con un interasse risultante dalle dimensioni del pannello.

### CONNETTORI A PIOLI

Il connettore è costituito da un piolo con testa inserito in una piastrina di base opportunamente sagomata ed irrigidita. Due chiodi di fissaggio a freddo in materiale ad altissima resistenza realizzano, attraverso la piastrina, il collegamento rigido del connettore con la trave in acciaio; i chiodi vengono fissati mediante chiodatrice pneumatica alimentata da compressore.

Le caratteristiche tecniche prestazionali sono:

- a) gambo con testa ottenuta a freddo da una barra di acciaio di diametro nominale 12 mm;
- b) piastra di base rettangolare 38x50 mm di spessore 4 mm ottenuta tramite stampaggio. Il connettore a piolo e la piastra di base sono uniti tramite ricalco a freddo;
- c) chiodi che passano attraverso i due fori della piastra. Chiodi lunghezza 22,5 mm, diametro gambo 4,6 mm.

Tutte le parti del connettore sono zincate elettroliticamente con una protezione media di 8 µm che corrisponde ad una resistenza alla corrosione di 2 cicli "Kesternich".

Il tipo di connettore scelto è rappresentato dal codice CTF12/90 avente le seguenti caratteristiche prestazionali

- ✓ *Gambo: materiale* CB 4 FF KB secondo la UNI 7356-74  
equivalente a C4C secondo la EN 10263-2:2003

resistenza del connettore PRd=29.96 KN  
coefficiente riduttivo ad un connettore per nervatura k=0.61  
resistenza del connettore con una connetto per nervatura PRd "k"=18.27 KN  
resistenza unitaria di rottura a trazione Rm=390 N/mm2  
finitura superficiale: zincatura elettrolitica bianca di spessore 5 micron secondo la EN 12329

- ✓ *Piastra di base*: materiale Nastro FE DD11 secondo la EN10111  
resistenza media a rottura a trazione Rm=440 N/mm2  
finitura superficiale: zincatura elettrolitica bianca di spessore 5 micron secondo la EN 12329
- ✓ *Chiodi*: materiale Acciaio al carbonio  
resistenza a trazione :2000 Mpa  
limite elastico: 1700 Mpa  
finitura superficiale: zincatura galvanica 7 micron

## APPOGGI CERNIERE

Tutti gli elementi degli apparecchi di appoggio, in particolare le piastre, devono essere proporzionali per gli sforzi di flessione a taglio cui sono sottoposti; l'apparecchio di appoggio deve mantenere la sua funzionalità per valori delle componenti di spostamento e/o rotazione pari a quelli valutati agli stati limite ultimi oppure a 1,5 volte quelli determinati applicando il metodo delle tensioni ammissibili. Le parti degli apparecchi d'appoggio che trasmettono pressioni per contatto devono essere eseguite con acciaio fuso FeG520 UNI3158 o fucinato, oppure mediante saldatura di elementi di acciaio. Le pressioni di contatto devono soddisfare le formule di Hertz ed in particolare:

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.24 \cdot E \cdot F}{n \cdot r \cdot b}}$$

E= modulo elasticità acciaio  
F= carico totale sull'appoggio  
b= Lunghezza del cilindro  
r= raggio del cilindro  
n= numero di cilindri

La pressione di contatto lineare sul cilindro deve risultare:

$$\sigma \leq 4 f_d \quad \text{allo stato limite}$$

oppure

$$\sigma \leq 4 \sigma_{adm} \quad \text{allo tensioni ammissibili}$$

## GRIGLIATI

L'Appaltatore porrà in opera grigliati elettrofusi aventi maglie e caratteristiche integralmente rispondenti a quanto indicato agli elaborati grafici di progetto.

Gli elementi saranno realizzati con acciaio S 275 JR e protetti a mezzo di zincatura a caldo secondo quanto indicato dalla UNI EN ISO 1461:1999. La struttura degli elementi sarà composta da barre portanti e barre trasversali: il nodo di unione tra i due componenti sarà caratterizzato da una completa compenetrazione delle barre trasversali nelle barre portanti.

I prodotti giungeranno in cantiere nel loro imballo originale ed essere esenti da qualsiasi difetto o

danneggiamento. Sarà obbligo dell'Appaltatore fornire gli elementi per carichi omogenei, corrispondenti ai singoli lotti di montaggio. Tutto il materiale fornito e posato sarà del tipo antisfera, come prescritto da D.M. 14 giugno 1989, n° 236. I grigliati forniti in opera, previa verifica del loro dimensionamento con metodo tabellare sui dati forniti dal produttore, devono ottemperare alle prescrizioni della norma UNI 11002-1-2-3. Il fornitore/posatore del grigliato deve certificare la rispondenza della classe e della portata delle opere eseguite alle norme UNI citate. Gli elementi giungeranno in cantiere già nelle dimensioni tagliati nelle misure indicate negli elaborati grafici di riferimento e completi di cornice di bordatura. Nel prezzo di appalto si intendono comprese tutte le staffe di fissaggio per il grigliato in acciaio zincato e tutte le viti di ancoraggio in acciaio inox AISI316.

Con conveniente anticipo sull'inizio dei lavori l'Appaltatore consegnerà alla D.L. documentazione tecnica e idonea campionatura dei prodotti necessari all'esecuzione dell'opera.

### DISEGNI COSTRUTTIVI DI OFFICINA

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- la lunghezza di taglio di tutti gli elementi;
- le caratteristiche delle giunzioni, siano esse da effettuare in officina o in cantiere;
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- gli spessori di ogni elemento impiegato nelle connessioni.
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

### IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, dovrà fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti le strutture da porre in opera.

Le varie parti delle strutture da montare dovranno essere marcate con marchi bulinati in posti facilmente visibili e determinati in collaborazione con la D.L. Le stesse marcature dovranno essere riportate sui disegni di officina.

### CONTROLLO IN CANTIERE

Nella fornitura oggetto delle presenti specifiche, si comprende il controllo dell'area di cantiere al fine di accertarne la rispondenza al progetto e valutarne l'effettiva e sicura agibilità con i mezzi ed il personale d'opera, il controllo delle quote e del posizionamento degli accessori alle strutture d'acciaio, la disponibilità di tutte le apparecchiature ed i mezzi di servizio necessari, nonché tutte le installazioni e le disposizioni di sicurezza necessari ed obbligatori per il funzionamento del cantiere.

Tutti i componenti che perverranno al cantiere dovranno essere dotati di marcatura o di cartellino identificativo di posizione e riferimento nel disegno ed in opera. L'Appaltatore dovrà fornire tutti gli elementi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Durante la giacenza in cantiere, il loro trasporto, il sollevamento e il collocamento in opera, i manufatti

devono essere convenientemente protetti dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli. E non devono subire guasti o lordure. L'Appaltatore deve prestare particolare cura durante il trasporto degli elementi, per mantenere perfettamente integra la finitura superficiale. Qualsiasi danneggiamento degli elementi avvenuto in fase di trasporto o di montaggio, deve essere rapidamente ripristinato a cura e spese dell'Appaltatore. Ad assemblaggi completamente conclusi, è previsto che l'Appaltatore metta a disposizione a sua cura e spese il personale idoneo a ritoccare quelle parti delle strutture eventualmente danneggiate durante l'esecuzione delle lavorazioni, avendo cura di proteggere tutte le opere circostanti.

Le saldature devono essere continue, non sono ammesse saldature puntuali, irregolari. Eventuali irregolarità devono essere eliminate mediante fresatura. Correzioni su superfici finite non saranno accettate. In caso di necessità tutto l'elemento dovrà esser rilavorato o sostituito.

#### LAVORAZIONI IN OFFICINA

Le lavorazioni dovranno essere condotte da personale qualificato e con l'uso di attrezzature e macchinari idonei. L'Appaltatore è tenuto ad adottare tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati. Inoltre è pienamente responsabile della buona esecuzione del lavoro e non potrà invocare attenuante alcuna in caso di risultati contestati o contestabili, dovuti ad imperizia o mancato rispetto di prescrizioni stabilite dalle norme ufficiali e dalle presenti specifiche tecniche. In particolare dovranno essere rispettate le prescrizioni circa le operazioni elementari di produzione ossia:

- lavorazioni di macchina (raddrizzamento, tagli e finitura, foratura, etc.);
- saldatura;
- tecniche esecutive di saldatura;
- ispezioni e collaudi;
- marcatura e spedizione dei pezzi.

#### TAGLI E FINITURE

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature. E' ammesso il taglio a ossigeno, purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice.

#### FORATURE

I fori per i bulloni dovranno essere preferibilmente eseguiti con trapano. È consentita la foratura a mezzo di punzone, purché successivamente l'Appaltatore provveda alla rettifica delle aperture praticate con un'alesatrice.

Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano troncoconico formato col punzone, avrà diametro di almeno 3 mm minore del diametro del foro definitivo, che sarà poi ottenuto allargando il foro a mezzo trapano e alesatrice.

È assolutamente vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori destinati ai bulloni.

I pezzi destinati ad essere bullonati in opera, devono essere marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni definite all'atto dell'alesatura dei fori.

#### ASSEMBLAGGIO TRAMITE SALDATURA IN OFFICINA

Tutti gli assemblaggi formati tramite saldatura eseguita esclusivamente in officina, saranno obbligatoriamente effettuati secondo i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO<sub>2</sub> o sue miscele;

altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere preventivamente verificata mediante prove indicate dalla D.L.

Il materiale depositato dovrà rispondere alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI EN ISO 2560 per quanto attiene il procedimento manuale. Gli elettrodi impiegati dovranno essere sempre del tipo omologato secondo la norma UNI citata.



## RADDRIZZAMENTO E SPIANAMENTO

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere eseguiti esclusivamente con dispositivi agenti per pressione. Dovranno sempre essere rispettate le prescrizioni di norma.

## MONTAGGIO

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale, mezzi d'opera ed attrezzature fornite dall'Appaltatore e verrà condotto sotto la sua piena e incondizionata responsabilità, secondo la progressione temporale prevista in programma. Il personale responsabile del cantiere dovrà possedere la preparazione professionale necessaria a garantire un lavoro ineccepibile sotto il profilo tecnico. Il montaggio in opera deve essere affidato ad operai abilitati ad eseguire tali lavori ed in numero sufficiente perché il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità.

I mezzi di sollevamento o di lavoro dovranno garantire la sicurezza e l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti. Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata. L'Appaltatore dovrà fornire tutti gli elementi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a pie d'opera, devono essere trattate in officina con sabbatura ed una mano di primer. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi. Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

## ACCOPPIAMENTO IN CANTIERE

Tutti gli accoppiamenti in cantiere dovranno essere effettuati nel rispetto rigoroso delle norme vigenti e solamente per bullonatura. Si fa esclusione categorica di eseguire saldature, anche provvisoriamente, in sede di montaggio. Di regola il montaggio deve essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori, che non potranno essere riutilizzati per il montaggio definitivo.

Gli accoppiamenti saranno eseguiti con bulloni di Classe 8.8, classe 10.9 e dadi 6S e 8G (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN 14399), rondelle e rosette in acciaio C50 UNI EN 10083 temprato e rinvenuto HCR 32 - 40.

Nelle giunzioni ad attrito devono essere impiegati bulloni ad alta resistenza di classe non inferiore a 10.9; viti e dadi devono essere associate come prescritto dalle norme tecniche vigenti; le modalità ed il valore della coppia di serraggio dei bulloni nei collegamenti ad attrito e la preparazione della superficie di contatto delle piastre dovranno essere conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti. In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche 2018;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà
- -sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- -nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

#### SALDATURE IN OPERA

Qualora fosse necessaria l'esecuzione di saldature in opera, queste dovranno sempre avere autorizzazione scritta da parte della D.L. ed essere perfettamente rispondenti alle norme di corretta esecuzione; dovranno presentare caratteristiche meccaniche di resistenza pari a quelle eseguite in officina.

Nella realizzazione dei giunti saldati e, in generale, in tutti i tipi di unione è obbligo dell'Appaltatore seguire scrupolosamente la norme UNI EN ISO 13920/2000 e UNI EN ISO 9692/2005. Le saldature in opera potranno essere eseguite solamente se previste sul progetto e a temperatura non inferiore a 0°C. Per saldature manuali dovranno essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua. Ogni saldatura eseguita dovrà essere registrata su apposito giornale di cantiere con accanto il nome del saldatore ed il tipo di elettrodo usato. Ogni saldatore dovrà essere munito di patentino rilasciato da Ente autorizzato che ne attesti la qualifica e dovrà essere dotato di punzone personale per la marcatura delle saldature dallo stesso eseguite. La D.L. si riserva la facoltà di procedere a controlli delle strutture montate per i quali l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione quanto serve per rendere possibili i controlli stessi.

Non potranno essere montati elementi con parti danneggiate. La D.L. ha la facoltà di ordinare la rimozione di tali elementi anche se già in opera senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare pretese economiche di qualsiasi genere.

Al termine delle lavorazioni la zincatura dovrà essere accuratamente ripristinata a mezzo di spruzzatura, nelle zone di ripresa.

## SOLAI MISTI IN LAMIERA GRECATA E CLS

Le lamiere impiegate per la formazione di impalcati o solai con getto collaborante in calcestruzzo dovranno essere in lamiera di acciaio presso-piegata zincata a caldo con sagoma ottenuta mediante profilatura a freddo.

La zincatura a caldo delle lamiere sottili di acciaio dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni delle normative vigenti e comunque nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

-gli spessori richiesti dovranno intendersi al netto della zincatura.

La tolleranza sulla lunghezza della lamiera dovrà essere inferiore a 2 mm; il taglio sulla lunghezza dovrà essere in squadra con una tolleranza che non supera un angolo di  $\square 1^\circ$  di fuori squadra; non sono ammesse deformazioni di nessun tipo dovute al taglio.

la lamiera grecata avrà caratteristiche dimensionali come da indicazioni di progetto; il collegamento alla struttura portante sarà assicurato da un sistema a punti di saldatura, oppure con chiodi sparati o per bottoni di saldatura. Le lamiere dovranno essere posate prestando particolare cura alle sovrapposizioni e alle finiture perimetrali; nel prezzo d'appalto s'intendono incluse tutte le scossaline, pezzi speciali, copertine necessarie per le perfette chiusure perimetrali. Fasi di lavorazione:

- Posa in opera di lamiere grecate;
- Esecuzione di bottoni di saldatura fra le lamiere e le travi portanti in acciaio;
- Sovrapposizione e rivettatura delle lamiere nei punti di giunzione;
- Posa in opera di profili laterali per il contenimento del calcestruzzo;
- Prima del getto eventuale sigillatura dei giunti con nastro adesivo;
- Getto della cappa in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata secondo indicazioni di progetto.

### **8.10. TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette dalla corrosione e ove prescritto dall'azione del fuoco mediante i cicli di verniciatura e di finitura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di strutture rivestite. I cicli di verniciatura saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori, i cicli di verniciatura, devono essere effettuati secondo lo schema che segue,:

a -in officina, a lavorazione ultimata:

- sabbiatura di tutte le superfici;
- zincatura a caldo;

mano intermedia di fosfato di zinco in veicolo oleofenolico, spessore 30  $\mu\text{m}$ ;

mano a finire di smalto oleofenolico, spessore 30  $\mu\text{m}$ , colore a scelta della D.L.;

b -in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

- spazzolatura dei punti da ritoccare;
- ritocchi della zincatura con primer;
- applicazione dello strato di finitura.

## SABBIATURA

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici. Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2% degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm. A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere. Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà

essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

### ZINCATURA

La zincatura a caldo delle strutture deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN ISO 1461 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova..

La zincatura per immersione in bagno di zinco fuso deve presentare le seguenti caratteristiche:

- Zinco di qualità Zn = 99,90 (UNI 1179);
- quantità minima di zinco per i laminati (profilati a caldo ed a freddo, tubi, piatti, larghi piatti, ecc)  $\geq 600$  gr/mq;
- quantità minima di zinco per dadi, bulloni ecc.  $\geq 400$  gr/mq (UNI EN ISO 1461);
- lo strato di zinco deve presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie e altri analoghi difetti. Esso deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base;
- sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo utensile, ad eccezione della filettatura dei bulloni e dei dadi.

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

### SPAZZOLATURA

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo. Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer. La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council). Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri. Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

### VERNICIATURE

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione. Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

## **8.11. TRATTAMENTI INTUMESCENTI**

Tutti gli elementi strutturali in carpenteria metallica a vista, compresi quelli esistenti, devono essere trattati con vernice intumescente al fine di garantire le prestazioni di resistenza la fuoco prescritte dagli elaborati di progetto. Prima dell'applicazione dei prodotti di protezione al fuoco tutte le superfici saranno accuratamente pulite, sgrassate e trattate secondo le istruzioni delle ditte produttrici. Ai fini antincendio i prodotti saranno corredati a norma di legge da adeguata documentazione con certificazione di tipo sperimentale, analitico o tabellare e a firma di professionista abilitato.

Per ciascuna classe di resistenza e reazione al fuoco richiesta, la quantità di prodotto da applicare deve essere calcolata, in funzione del tipo di elemento e del grado di protezione. Al termine delle lavorazioni dovranno essere rilasciate le certificazioni di "Corretta posa in opera" in conformità alle effettive modalità di installazione e posa in opera a cui è stato sottoposto il prodotto in prova.

### CERTIFICAZIONI

Tutti i prodotti impiegati dovranno essere dotati di marchi CE e saranno corredati da scheda tecnica

di omologazione e/o certificati di prova. La ditta fornitrice dovrà inoltre produrre le certificazioni necessarie che attestino la conformità del sistema di applicazione e il calcolo degli spessori elaborato sulle prestazioni del prodotto utilizzato.

Al termine delle lavorazioni dovrà essere rilasciato un certificato di resistenza al fuoco attestante che i prodotti, gli elementi costruttivi e separanti di compartimentazione posti in opera le loro unioni, e tutti i dettagli costruttivi, sono conformi alle prescrizioni di progetto.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE PITTURA INTUMESCENTE

Pittura intumescente monocomponente in emulsione acquosa a base di resine sintetiche per la protezione al fuoco di elementi in acciaio.

Caratteristiche tecniche:

- Peso Specifico (gr/cc): 1.30 +/- .05
- Residuo secco in peso (%): 69 +/- 2
- Volume dei solidi (%): 60 +/- 2
- Viscosità Brookfield a 25°C cPs: 18000 - 28000
- Temperatura di applicazione: da + 5°C a + 40°C Il supporto deve essere adeguatamente preparato, secondo le seguenti indicazioni:
- sabbiatura di grado SA 21/2 o spazzolatura meccanica energica, applicazione di primer anticorrosivo
- lavaggio per completa eliminazione di eventuali tracce di unto/grasso/ o qualsiasi materiale estraneo presente.

Nel caso di incompatibilità fra pittura intumescente con il prodotto anticorrosivo applicato in caso applicare una mano intermedia di fondo tipo bicomponente epossidico e, solo dopo completo indurimento, applicare la pittura intumescente.

#### APPLICAZIONE DEL PRODOTTO

L'applicazione della vernice intumescente, eseguita a pennello, rullo o a spruzzo, deve essere effettuata da applicatori specializzati, secondo le indicazioni contenute nel manuale d'uso del prodotto. Durante l'applicazione assicurare un'adeguata agitazione del prodotto miscelato.

A seconda del quantitativo di vernice da utilizzare, applicare due o più mani. Prima di procedere alla stesura della mano successiva, attendere il tempo necessario all'essiccazione completa dello strato applicato. Il quantitativo applicabile varia, in funzione del tipo di supporto e risulta maggiore per le prime mani. La vernice intumescente sarà applicata a spruzzo con pompe air-less o aerografi.

L'applicazione a pennello sarà eseguita solo per il trattamento di piccole e medie superfici o di elementi caratterizzati da geometrie particolarmente complesse, mentre, su superfici piane di piccole e medie dimensioni caratterizzate da geometrie non molto complesse l'applicazione potrà essere eseguita con rullo a pelo corto (diametro 150/200 mm).

La posa in opera deve essere effettuata in condizioni atmosferiche normali, a temperatura ambiente non inferiore a 10°C e umidità relativa massima del 75%.