

CITTÀ DI SESTO SAN GIOVANNI
MEDAGLIA D'ORO AL VALOR MILITARE

# Progetto di realizzazione nuova fontana scenografica al centro di una rotonda stradale

SITO: Via ei Partigiani - Via Giuseppe Di Vittorio - 20099 Sesto San Giovanni-Mi

## COMMITTENTE

Amministrazione comunale - Città di Sesto San Giovanni - Mi
Piazza della Resistenza, 20 - 20099 Sesto San Giovanni (Mi)

## COMMITTENTE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Fabrizio Salpietro
**T** +39 02 2496445 - **E** f.salpietro@sestosg.net

## PROGETTAZIONE

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:
**RAPANA'** ARCHITETTI

ARCHITETTI
Arch. Massimo Rapanà - Capogruppo | massimo.rapana@6ab.it
Arch. Ivanoe Mauro Rapanà

PROGETTAZIONE STRUTTURE:
Ing. Massimo Oldrati - OLDRAENG

PROGETTAZIONE IMPIANTI IDRICI - ELETTRICI:
Architetto Elena Magi

PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO
Architetto Paolo Renzetti

## PROGETTO ARCHITETTONICO

**RAPANA'** ARCHITETTI
Via Vittore Ghislandi, 7 - 24125 Bergamo
**T** +39 035.296.226
**E** info@rapanaarchitetti.it

## PROGETTO STRUTTURE

**OLDRA**ENG
Ing. Massimo Oldrati
Via Delle Rose, 10 - 24060 Cenate Sopra - Bg
**T** +39 035.9491438
**E** oldraeng@oldraeng.it

## PROGETTO IMPIANTI

Architetto Elena Magi
Corso San Gottardo, 3 - 20136 Milano
**T** +39 335.525.6921
**E** architetto@elenamagi.it

## PIANO SICUREZZA E COORDINAMENTO

Architetto Paolo Renzetti
Via Massimo d'Azeglio, 11 - 20900 Monza - MB
**T** +39 335.800.4038
**E** renzettipaolo@fastwebnet.it

| REV.: | DATA: | DESCRIZIONE: | MOD: | CON: | APP: |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 12-06-2026 | PE | OL | OL | OL |

OGGETTO:
PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO:
RELAZIONE SUI MATERIALI

CODICE ELABORATO:
20260126-PE-S-DC.002-00

NOME FILE:
20260126-PE-S-DC.002-00_Relazione sui materiali.DOCX

| | | |
|---|---|---|
| CODICE PROGETTO: 20260126 | DATA: 12-06-2026 | DISCIPLINA: |
| FORMATO FOGLIO: A4 | SCALA: XX | REVISIONE: 00 |
| REDATTO DA: GB | CONTROLLATO DA: MO | APPROVATO DA: MO |

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE. Sono vietati la riproduzione e l'estrapolazione di parti senza autorizzazione scritta.

# COMUNE SESTO SAN GIOVANNI (MI)

**COMMITTENTE:**

**AMMINISTRAZIONE SESTO SAN GIOVANNI (MI)**

**REALIZZAZIONE NUOVA FONTANA SCENOGRAFICA AL CENTRO DI UNA ROTONDA STRADALE**

**OGGETTO:**

**RIFERIMENTO ALLEGATO E D.G.R. 30 marzo 2016 – n.X/5001: CONTENUTI MINIMI DELL'ISANZA DI CUI ALL'ART.6, COMMA1, LETTERA C) DELLA L.R. 33/2015**
**(in attuazione all'art.13, comma1 lettera e) della L.R. 33/2015)**

## 6.6 - RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI




Il progettista delle strutture:
dott. Ing. Massimo Oldrati
n°2824 Ordine Ingg. Prov. di Bergamo

# 1 INTRODUZIONE

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati nelle opere in oggetto, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.
I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:
• Identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure di volta in volta prescritte dalla normativa vigente;
• Qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
• Accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.
Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

# 2 REQUISITI DEI MATERIALI UTILIZZATI

## 2.1 Leganti

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.
È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

## 2.2 Inerti

Gli inerti, naturali o di frantumazione, saranno costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso etc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato ed alla conservazione dell'armatura. La ghiaia o il pietrisco avranno dimensioni

massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature.

### 2.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003, dovrà essere limpida e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri).

### 2.4 Impasti

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, saranno adeguati alla particolare destinazione del getto, e al procedimento di posa del conglomerato. Il quantitativo di acqua sarà il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua degli inerti. Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, sarà scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. Sulle tavole grafiche sono indicati gli indici a seconda della tipologia di struttura da realizzare.
La superficie dei getti sarà mantenuta umida per almeno 7 giorni. Non si metteranno in opera conglomerati uniformi quando la temperatura dell'ambiente è sotto gli 0°C.

## 3 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

### 3.1 Calcestruzzo

Il calcestruzzo da utilizzare per la realizzazione della struttura in cemento armato deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Calcestruzzo per magroni C16/20:

| | |
|---|---|
| Contenuto minimo di cemento | 200 kg/mc |
| Classe di esposizione | XC0 |
| Classe minima di consistenza | S3 |
| Rapporto A/C | ≤0.55 |
| $f_{ck}$ resistenza a compressione semplice cilindrica | ≥16 MPa |
| $R_{ck}$ resistenza a compressione semplice cubica | ≥20 MPa |
| $f_{cd}$ resistenza di calcolo a compressione semplice | ≥9.1 MPa |

| | |
|---|---|
| Resist. media a trazione $f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3}$ | ≥1,90 MPa |
| Resist. tangenziale di aderenza: $f_{bd} = 2,25\ \eta\ f_{ctm}/\gamma_c$ con $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32$mm | ≥2,85 MPa |
| Modulo elastico: $E = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3}$ $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | 28608 MPa |
| Peso specifico: $\rho_{g,k}$ | 24,0 kN/m$^3$ |

- Calcestruzzo: C32/40 per la fontana:

| | |
|---|---|
| Contenuto minimo di cemento | 340 kg/mc |
| Classe di esposizione | XC4 |
| Classe minima di consistenza | S3 |
| Rapporto A/C | ≤0.50 |
| $f_{ck}$ resistenza a compressione semplice cilindrica | ≥32 MPa |
| Rck resistenza a compressione semplice cubica | ≥40 MPa |
| $f_{cd}$ resistenza di calcolo a compressione semplice | ≥18.13 MPa |
| Resist. media a trazione $f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3}$ | ≥3,02 MPa |
| Resist. tangenziale di aderenza: $f_{bd} = 2,25\ \eta\ f_{ctm}/\gamma_c$ con $\eta = 1$ per barre di diametro $\phi \leq 32$mm | ≥4,53 MPa |
| Modulo elastico: $E = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3}$ $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | 33346 MPa |
| Peso specifico: | 25,0 kN/m$^3$ |

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare sia per le verifiche a pressoflessione retta che per quelle a pressoflessione deviata è stato adottato il diagramma tipo c).

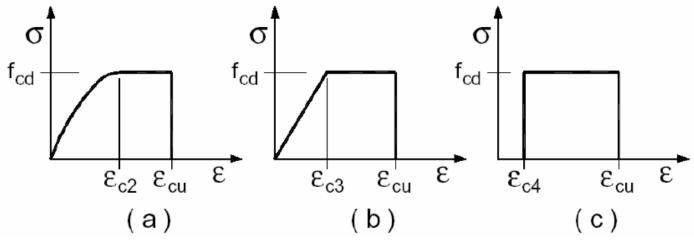



***Fig. 1. - Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo***

## 3.2 Acciaio per cemento armato

L'acciaio da utilizzare per tutte le strutture in conglomerato cementizio armato è il tipo B450C caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

- $f_y$ nominale : 450 MPa
- Limiti di accettazione: $425 \leq f_y \leq 450$ MPa
- $f_t$ nominale : 540 MPa
- $f_{y,d}$ : 391.3 MPa
- Allungamento percentuale a rottura $A_{gt}$: ≥ 6,0%
- Piegamento e raddrizzamento: assenza di cricche
- Modulo elastico normale: 210000 MPa
- Coefficiente di Poisson: 0,3
- Peso specifico: 78,5 kN/m$^3$

L'acciaio per cemento armato deve inoltre rispettare i seguenti requisiti:

- Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ ≥ $f_y$ nominale
- Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ ≥ $f_t$ nominale
- Rapporto $(f_t/ f_y)_k$ ≥1.15 e ≤1.35
- Rapporto $(f_y/ f_{y,\,nom})_k$ ≤1.25
- Allungamento $(A_{gt})_k$ ≥7.5%

### *3.2.1 Copriferro nominale*

Le caratteristiche del calcestruzzo dettate dalla norma UNI 11104 valgono soltanto se il copriferro è valutato correttamente in fase progettuale e, ovviamente, garantito in fase esecutiva.

L'EC2 definisce COPRIFERRO NOMINALE ($c_{nom}$) la distanza tra la superficie dell'armatura più esterna e la faccia del calcestruzzo più prossima. Tale valore non va confuso con il parametro (d') utilizzato nei calcoli per la definizione dell'altezza utile della sezione (d).

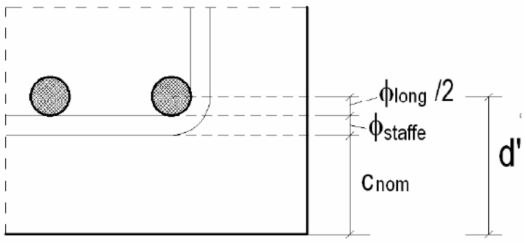



***Fig. 2. - Schema tipo per il calcolo del copriferro***

Il $c_{nom}$, che va indicato obbligatoriamente nei disegni esecutivi, è così definito:

$c_{nom}$ [mm] = $c_{min}$ + $\Delta c$ = max ($c_{min,b}$; $c_{min,dur}$; $c_{min,fuoco}$) + $\Delta c$

dove:

- $c_{min}$ = copriferro minimo per soddisfare i requisiti di aderenza, durabilità ed eventuale resistenza al fuoco; esso corrisponderà al maggiore dei tre valori;
- $\Delta c$ = tolleranza di posizionamento delle armature, pari a 10 mm (si può assumere un valore di 5 mm quando si opera in regime di "garanzia di qualità", che prevede un'accurata verifica in opera degli spessori effettivi del copriferro, nonché del corretto posizionamento delle armature);
- $c_{min,b}$ = Ø √nb = copriferro minimo per garantire l'aderenza, pari al diametro per il numero di barre nel caso di eventuali gruppi di barre;
- $c_{min,fuoco}$ = garantisce la resistenza all'incendio (gli spessori sono riportati in EN 1992-1-2);
- $c_{min,dur}$ = copriferro minimo per garantire la durabilità dell'opera, definito dalle classi di esposizione.

Si riporta il prospetto 4.4N mediante il quale si determina il valore minimo del copriferro per il requisito di durabilità.

prospetto 4.4N **Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080**

| Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Classe strutturale | Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1 | | | | | | |
| | X0 | XC1 | XC2 / XC3 | XC4 | XD1 / XS1 | XD2 / XS2 | XD3 / XS3 |
| S1 | 10 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| S2 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| S3 | 10 | 10 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| S4 | 10 | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| S5 | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| S6 | 20 | 25 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |

***Fig. 3. - Spessori minimi del copriferro per garantire la durabilità secondo il prospetto 4.4N dell'EC 2:2005.***

Nel caso di calcestruzzi a contatto con superfici irregolari, i valori del $c_{min}$ debbono essere incrementati per tener conto delle maggiori tolleranze di esecuzione previste. L'incremento è proporzionale all'entità delle prevedibili irregolarità.

### 3.3 Barre filettate

- Acciaio INOX per barre filettate: A4-80 :$f_{yb}$= 600 MPa

  :$f_{ub}$= 800 MPa

### 3.4 Acciaio strutturale da carpenteria

- Acciaio per i piatti di contrasto dei tirafondi: S275JR

  $f_{syk}$= 275 MPa

  $\gamma_{M0}$=1,05 $\gamma_{M1}$=1,05 $\gamma_{M2}$=1,25

  $f_{sd}$= 261,9MPa

  E = 210000 MPa

  $\alpha$= 12 x 10 – 6 per °C

  G = E/2(1+$\nu$) MPa

  $\nu$ = 0,3

  $\gamma$= 7850 kg/m$^3$

- Acciaio INOX per gli steli e le piastre di base: AISI 316L

  $f_{syk}$= 200 MPa

  $\gamma_{M0}$=1,05 $\gamma_{M1}$=1,05 $\gamma_{M2}$=1,25

  $f_{sd}$= 190,5MPa

  E = 200000 MPa

  $\gamma$= 7850 kg/m$^3$

# 4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I controlli di accettazione sono trattati al capitolo 11 delle NTC2018. Di seguito, per chiarezza, si riportano alcuni stralci dei punti più significativi e si rimanda al capitolo 11 per qualsiasi ulteriore spiegazione e approfondimento.

## 4.1 Calcestruzzo

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di esistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici della resistenza cubica $R_{ck}$ e cilindrica $f_{ck}$ a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150 × 150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.
Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.
Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.
Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

a) controllo di tipo A
b) controllo di tipo B

Il controllo di **tipo A** è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 $m^3$. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 $m^3$ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 $m^3$ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato

almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 $m^3$ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 $m^3$ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (**tipo B**). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 $m^3$ di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 $m^3$.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003. I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- L'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- Una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- L'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- Il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- La descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- La data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- L'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- Le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- Le modalità di rottura dei campioni;
- La massa volumica del campione;
- I valori di resistenza misurati.

I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima

procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

### 4.2 Acciaio da cemento armato normale

Sono previste tre forme di controllo obbligatorie:
a) in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
b) nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
c) di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.
Per i controlli dei punti a) e b) sopra menzionati si rimanda ai capitoli 11.3.1.2 e 11.3.1.7 del DM 17/01/2018. Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004.
La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20±5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

### 4.3 Acciaio da carpenteria, bulloni e dadi:

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.
Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.
Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra.
Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio

verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- **Elementi di Carpenteria Metallica**: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.
- **Bulloni e chiodi**: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante e previste dalla documentazione di progetto dell'opera.