

**Titolo opera:**  
**TitoloOpera**

**LogoOpera**

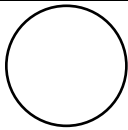
**IndirizzoOpera**

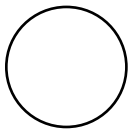
## **Relazione sui Materiali**

<b>Committente:</b>	...	NomeCommittente	CognomeCommittente
LogoCommittente	IndirizzoCommittente		

<b>Tecnico:</b>	...	NomeProgettista	CognomeProgettista
LogoProgettista	IndirizzoProgettista		

**Firmato**

Luogo, li Data		<i>Il Committente</i>
_____		_____

Luogo, li Data		<i>Il Progettista</i>
_____		_____

## Sommario

1) Descrizione.....	2
2) Riferimenti Normativi .....	2
3) Calcestruzzo Armato.....	3
4) Muratura.....	8
5) Acciaio.....	10
6) Legno.....	12
7) Rinforzi.....	13
8) Collegamenti.....	14
9) Prescrizioni finali e firme .....	18

---

### 1) Descrizione

DescrizioneOpera

### 2) Riferimenti Normativi

Le caratteristiche meccaniche dei materiali strutturali utilizzati sono state ottenute in accordo con le seguenti disposizioni normative, che definiscono i criteri progettuali, l'esecuzione ed il collaudo delle opere. Tali norme sono utilizzate anche per l'adozione dei requisiti di resistenza, stabilità, durabilità dei materiali in condizioni anche eccezionali (es. incendio).

*Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)*

*"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"*

*Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)*

*"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*

*Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981*

*D.M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)*

*"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"*

*Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 11 febbraio 2019 n. 35 - Suppl. Ord. n. 5)*

*"Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"*

Nel rispetto di quanto previsto al § 12 del D.M. 2018, ove non in contrasto con le precedenti disposizioni normative nazionali, ed a completamento delle stesse, sono stati utilizzati i seguenti documenti di comprovata validità:

#### Eurocodici CEN

*UNI EN 1992-1-1:2015 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"*

*UNI EN 1998-1:2013 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici"*

*UNI EN 1998-5:2005 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici"*

#### Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.)

*CNR DT 209/2013 "Studi preliminari finalizzati alla redazione di Istruzioni per l'impiego di calcestruzzi ad alte prestazioni"*

#### Istruzioni e documenti tecnici del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LLPP

*Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale, Servizio Tecnico Centrale (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici)*

*Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera elaborate, Servizio Tecnico Centrale (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici)*

Con riferimento specifico ai requisiti dei materiali strutturali, sono state applicate le disposizioni del § 11 del D.M. 2018 in merito ai requisiti di qualità (Marcatura CE, Certificato di Valutazione Tecnica CVT, Valutazione Tecnica Europea ETA, norma armonizzata, etc.), ai controlli di produzione, accettazione e relative prove di laboratorio.

### **3) Calcestruzzo Armato**

#### **3.1) Strutture in Elevazione**

La struttura sarà realizzata utilizzando un calcestruzzo di classe C20/25 e delle barre di acciaio tipo B450C. Per la stima dei valori di progetto delle proprietà meccaniche, si adotta un coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_c = 1,5$  per il calcestruzzo (non viene prevista una riduzione a 1,4 per produzioni e controlli continuativi, cfr. 4.1.2.1.1.1 D.M. 2018), e  $\gamma_s = 1,15$  per le armature metalliche (cfr. 4.1.2.1.1.3 D.M. 2018). Viene, inoltre, assunto un coefficiente riduttivo per gli effetti di lunga durata  $\alpha_{cc} = 0,85$  (cfr. 4.1.2.1.1.1 D.M. 2018). Per le sole verifiche in situazioni eccezionali (es. incendio) viene assunto  $\gamma_c = 1,0$  e  $\alpha_{cc} = 1,00$  (cfr. §§ 4.1.4 e 4.1.13 D.M. 2018). Ai fini della stima delle lunghezze di ancoraggio minime sulla base del § 4.1.2.1.1.4 del D.M. 2018 e del § 8 della UNI EN 1992-1-1:2015, vengono assunte condizioni di buona aderenza (coefficiente  $\eta_1 = 1,0$ ), e diametri non superiori a 32 mm (coefficiente  $\eta_2 = 1,0$ ). Non viene assunto, a vantaggio di sicurezza, nessun incremento delle proprietà meccaniche per effetto del confinamento (cfr. § 4.1.2.1.2.1 D.M. 2018). Le opere in calcestruzzo sono classificabili nelle condizioni ambientali di

tipo “Ordinario” (Classe X0), ai sensi delle classi ambientali previste nelle “Linee guida per il calcestruzzo strutturale” (Servizio Tecnico Centrale del CSLP), e della UNI EN 206. Le proprietà di meccaniche risultanti del calcestruzzo di sono riepilogate nelle seguenti **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

I legami costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 2018; in particolare, per le verifiche è stato adottato il modello stress block riportato in Fig. 4.1.1(a) del D.M. 2018.

Il calcestruzzo strutturale le cui proprietà sono illustrate nelle tabelle seguenti è impiegato nelle membrature delle fondazioni (plinti su pali e travi di collegamento), i pilastri, le travi, i solai per la parte attinente il getto di completamento della soletta.

Le procedure di accettazione in cantiere, di controllo e qualificazione da seguire sono quelle definite al § 11.2 e sottoparagrafi attinenti.

*Resistenze del calcestruzzo C20/25*

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.1
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 20.75 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.1
Resistenza cilindrica media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 28.75 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.1
Resistenza cilindrica media a trazione	$f_{ctm} = 0,3 (f_{ck})^{2/3}$ se $\leq C50/60$ $= 2,12 \ln[1+f_{cm}/10]$ se $> C50/60$ $f_{ctm} = 2.27 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.2
Resistenza caratteristica a trazione inferiore	$f_{ctk,inf} = 0,7 f_{ctm} = 1.59 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.2
Resistenza caratteristica a trazione superiore	$f_{ctk,sup} = 1,3 f_{ctm} = 2.94 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.2
Resistenza cilindrica media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} = 2.72 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.2
Resistenza cilindrica di progetto a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 11.76 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.1
Resistenza cilindrica di progetto ridotta a comp. <sup>1)</sup>	$f'_{cd} = 0,8 f_{cd} = 9.41 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.1
Resistenza cilindrica di progetto a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.06 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.2
Resistenza cilindrica di progetto ridotta a trazione <sup>1)</sup>	$f'_{ctd} = 0,8 f_{ctd} = 0.85 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.2
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	$f_{bk} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk} = 3.57 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.4
Resistenza tangenziale di aderenza di progetto	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 2.38 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.4
Tensione normale limite a trazione allo SLE <sup>2)</sup>	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 = 1.89 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.2.4
Tensione massima di compressione per lo SLE <sup>3)</sup>	$\sigma_{c,max} = 0,60 f_{ck} = 12.45 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.2.5.1
Tensione massima di compressione per lo SLE <sup>4)</sup>	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck} = 9.34 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.2.5.1
<b>Note</b>		
1) Riduzione per elementi piani di spessore < 50 mm		
2) Stato Limite di formazione delle fessure		
3) Per la combinazione di carico “caratteristica” (rara)		
4) Per la combinazione di carico “quasi permanente”		

*Altre caratteristiche del calcestruzzo C20/25*

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Fattore degli effetti di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$	§ 4.1.2.1.1.1
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c = 1.5$	§ 4.1.2.1.1.1
Modulo elastico medio a compressione	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 30200 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.3
Coefficiente di Poisson (stato fessurato)	$\nu = 0$	§ 11.2.10.4
Coefficiente di Poisson (stato non fessurato)	$\nu = 0.2$	§ 11.2.10.4
Peso specifico	$\gamma_{cls} = 2500 \text{ kg/m}^3$	§ 11.2
Coefficiente di dilatazione termica volumetrico	$\alpha_{cls} = 0.000012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	11.2.10.5
Deformazione limite parabola rettangolo	$\epsilon_{c2} = 0,20\%$ se $\leq C50/60$	§ 4.1.2.1.2.1

	$\epsilon_{c2} = 0,20\% + 0,0085\% (f_{ck}-50)^{0,53}$ se $> C50/60$ $\epsilon_{c2} = 0.002$	
Deformazione limite triangolo rettangolo	$\epsilon_{c3} = 0,175\%$ se $\leq C50/60$ $\epsilon_{c3} = 0,175\% + 0,055\%[(f_{ck}-50)/40]$ se $> C50/60$ $\epsilon_{c3} = 0.00175$	§ 4.1.2.1.2.1
Deformazione limite stress block	$\epsilon_{c4} = 0,07\%$ se $\leq C50/60$ $\epsilon_{c4} = 0,2 \epsilon_{cu}$ se $> C50/60$ $\epsilon_{c4} = 0.0007$	§ 4.1.2.1.2.1
Deformazione ultima a compressione	$\epsilon_{cu} = 0,35\%$ $\epsilon_{cu} = 0,26\% + 3,5\%[(90-f_{ck})/100]^4$ $\epsilon_{cu} = 0.0035$	§ 4.1.2.1.2.1

### 3.2) Strutture di Fondazione

La struttura sarà realizzata utilizzando un calcestruzzo di classe C20/25 e delle barre di acciaio tipo B450C. Per la stima dei valori di progetto delle proprietà meccaniche, si adotta un coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_c = 1,5$  per il calcestruzzo (non viene prevista una riduzione a 1,4 per produzioni e controlli continuativi, cfr. 4.1.2.1.1.1 D.M. 2018), e  $\gamma_s = 1,15$  per le armature metalliche (cfr. 4.1.2.1.1.3 D.M. 2018). Viene, inoltre, assunto un coefficiente riduttivo per gli effetti di lunga durata  $\alpha_{cc} = 0,85$  (cfr. 4.1.2.1.1.1 D.M. 2018). Per le sole verifiche in situazioni eccezionali (es. incendio) viene assunto  $\gamma_c = 1,0$  e  $\alpha_{cc} = 1,00$  (cfr. §§ 4.1.4 e 4.1.13 D.M. 2018). Ai fini della stima delle lunghezze di ancoraggio minime sulla base del § 4.1.2.1.1.4 del D.M. 2018 e del § 8 della UNI EN 1992-1-1:2015, vengono assunte condizioni di buona aderenza (coefficiente  $\eta_1 = 1,0$ ), e diametri non superiori a 32 mm (coefficiente  $\eta_2 = 1,0$ ). Non viene assunto, a vantaggio di sicurezza, nessun incremento delle proprietà meccaniche per effetto del confinamento (cfr. § 4.1.2.1.2.1 D.M. 2018). Le opere in calcestruzzo sono classificabili nelle condizioni ambientali di tipo “Ordinario” (Classe X0), ai sensi delle classi ambientali previste nelle “Linee guida per il calcestruzzo strutturale” (Servizio Tecnico Centrale del CSLP), e della UNI EN 206. Le proprietà di meccaniche risultanti del calcestruzzo di sono riepilogate nelle seguenti **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. e Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

I legami costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 2018; in particolare, per le verifiche è stato adottato il modello stress block riportato in Fig. 4.1.1(a) del D.M. 2018.

Il calcestruzzo strutturale le cui proprietà sono illustrate nelle tabelle seguenti è impiegato nelle membrature delle fondazioni (plinti su pali e travi di collegamento), i pilastri, le travi, i solai per la parte attinente il getto di completamento della soletta.

Le procedure di accettazione in cantiere, di controllo e qualificazione da seguire sono quelle definite al § 11.2 e sottoparagrafi attinenti.

#### Resistenze del calcestruzzo C20/25

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.1
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 20.75 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.1
Resistenza cilindrica media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 28.75 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.1
Resistenza cilindrica media a trazione	$f_{ctm} = 0,3 (f_{ck})^{2/3}$ se $\leq C50/60$	§ 11.2.10.2

	$= 2,12 \ln[1+f_{cm}/10]$ se $> C50/60$ $f_{ctm} = 2.27 \text{ N/mm}^2$	
Resistenza caratteristica a trazione inferiore	$f_{ctk,inf} = 0,7 f_{ctm} = 1.59 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.2
Resistenza caratteristica a trazione superiore	$f_{ctk,sup} = 1,3 f_{ctm} = 2.94 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.2
Resistenza cilindrica media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1,2 f_{ctm} = 2.72 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.2
Resistenza cilindrica di progetto a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 11.76 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.1
Resistenza cilindrica di progetto ridotta a comp. <sup>1)</sup>	$f'_{cd} = 0,8 f_{cd} = 9.41 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.1
Resistenza cilindrica di progetto a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.06 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.2
Resistenza cilindrica di progetto ridotta a trazione <sup>1)</sup>	$f'_{ctd} = 0,8 f_{ctd} = 0.85 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.2
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	$f_{bk} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk} = 3.57 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.4
Resistenza tangenziale di aderenza di progetto	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 2.38 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.4
Tensione normale limite a trazione allo SLE <sup>2)</sup>	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 = 1.89 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.2.4
Tensione massima di compressione per lo SLE <sup>3)</sup>	$\sigma_{c,max} = 0,60 f_{ck} = 12.45 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.2.5.1
Tensione massima di compressione per lo SLE <sup>4)</sup>	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck} = 9.34 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.2.5.1
<b>Note</b>		
1) Riduzione per elementi piani di spessore $< 50 \text{ mm}$		
2) Stato Limite di formazione delle fessure		
3) Per la combinazione di carico "caratteristica" (rara)		
4) Per la combinazione di carico "quasi permanente"		

Altre caratteristiche del calcestruzzo C20/25

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Fattore degli effetti di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$	§ 4.1.2.1.1.1
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c = 1.5$	§ 4.1.2.1.1.1
Modulo elastico medio a compressione	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 30200 \text{ N/mm}^2$	§ 11.2.10.3
Coefficiente di Poisson (stato fessurato)	$\nu = 0$	§ 11.2.10.4
Coefficiente di Poisson (stato non fessurato)	$\nu = 0.2$	§ 11.2.10.4
Peso specifico	$\gamma_{cls} = 2500 \text{ kg/m}^3$	§ 11.2
Coefficiente di dilatazione termica volumetrico	$\alpha_{cls} = 0.000012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	11.2.10.5
Deformazione limite parabola rettangolo	$\epsilon_{c2} = 0,20\%$ se $\leq C50/60$ $\epsilon_{c2} = 0,20\% + 0,0085\% (f_{ck}-50)^{0.53}$ se $> C50/60$ $\epsilon_{c2} = 0.002$	§ 4.1.2.1.2.1
Deformazione limite triangolo rettangolo	$\epsilon_{c3} = 0,175\%$ se $\leq C50/60$ $\epsilon_{c3} = 0,175\% + 0,055\% [(f_{ck}-50)/40]$ se $> C50/60$ $\epsilon_{c3} = 0.00175$	§ 4.1.2.1.2.1
Deformazione limite stress block	$\epsilon_{c4} = 0,07\%$ se $\leq C50/60$ $\epsilon_{c4} = 0,2 \epsilon_{cu}$ se $> C50/60$ $\epsilon_{c4} = 0.0007$	§ 4.1.2.1.2.1
Deformazione ultima a compressione	$\epsilon_{cu} = 0,35\%$ $\epsilon_{cu} = 0,26\% + 3,5\% [(90-f_{ck})/100]^4$ $\epsilon_{cu} = 0.0035$	§ 4.1.2.1.2.1

### 3.3) Armature metalliche

Le opere in c.a. sono confezionate con armature metalliche in acciaio di classe B450C. Nelle verifiche di resistenza sono stati adottati un coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_s = 1,15$  (cfr. § 4.1.2.1.1.3 D.M. 2018); ed un legame costitutivo delle armature metalliche di tipo elastico – perfettamente plastico indefinito, ai sensi della Fig. 4.1.3(b). Tutti i materiali impiegati sono verificati con opportune prove di laboratorio, secondo le prescrizioni della vigente normativa. Le principali caratteristiche metalliche delle armature in acciaio di classe B450C sono illustrate nella seguente tabella.

*Caratteristiche delle armature trasversali B450C*

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.2.1
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.2.1
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.3
Tensione massima allo SLE	$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360$	§ 4.1.2.1.5.2
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$	§ 4.1.2.1.1.3
Deformazione allo snervamento caratteristica	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.002143$	-
Deformazione allo snervamento di progetto	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.001863$	-
Deformazione ultima di progetto	$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = 0.0675$	§ 4.1.2.1.2.2
Deformazione ultima caratteristica	$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.075$	§ 4.1.2.1.2.2
Rapporto di sovrarresistenza	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.2$	§ 11.3.2.1
Modulo elastico normale	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.2.1
Modulo elastico tangenziale	$G = E / [2 (1 + \nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$	-
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.2.1
Coefficiente dilatazione termica volumetrica	$\alpha_s = 0.000012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.2.1
Peso specifico per unità di volume	$\gamma_a = 7850 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.2.1

*Caratteristiche delle armature longitudinali B450C*

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.2.1
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.2.1
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.3
Tensione massima allo SLE	$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360$	§ 4.1.2.1.5.2
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$	§ 4.1.2.1.1.3
Deformazione allo snervamento caratteristica	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.002143$	-
Deformazione allo snervamento di progetto	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.001863$	-
Deformazione ultima di progetto	$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = 0.0675$	§ 4.1.2.1.2.2
Deformazione ultima caratteristica	$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.075$	§ 4.1.2.1.2.2
Rapporto di sovrarresistenza	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.2$	§ 11.3.2.1
Modulo elastico normale	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.2.1
Modulo elastico tangenziale	$G = E / [2 (1 + \nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$	-
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.2.1
Coefficiente dilatazione termica volumetrica	$\alpha_s = 0.000012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.2.1
Peso specifico per unità di volume	$\gamma_a = 7850 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.2.1

### 3.4) Armature pretese

Caratteristiche delle armature pretese barra

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Tipo armatura	pretese	-
Tensione caratteristica di rottura	$f_{ptk} = 1000 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3.VIII
Tensione caratteristica allo 0,1 % di def. residua	$f_{p(0,1)k} = 0 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3.VIII
Tensione caratt. all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k} = 0 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3.VIII
Tensione caratteristiche di snervamento	$f_{pyk} = 800 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3.VIII
Tensione convenzionale caratt. di snervamento <sup>(1)</sup>	$f_{yk} = 800 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.2.1
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 695.65 \text{ N/mm}^2$	§ 4.1.2.1.1.3
Tensione massima allo SLE	$\sigma_t = 0,8 f_{yk} = 640$	§ 4.1.2.1.5.2
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$	§ 4.1.2.1.1.3
Deformazione allo snervamento caratteristica	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.00381$	-
Deformazione allo snervamento di progetto	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.003313$	-
Deformazione ultima di progetto	$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = 0.0315$	§ 4.1.2.1.2.2
Deformazione ultima caratteristica	$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.035$	§ 4.1.2.1.2.2
Rapporto di sovrarresistenza	$k = f_{ptk} / f_{yk} = 1.25$	§ 11.3.3
Modulo elastico normale	$E_p = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.3
Modulo elastico tangenziale	$G_p = E/[2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$	-
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.3
Coefficiente dilatazione termica volumetrica	$\alpha_s = 0.000012 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.3
Peso specifico per unità di volume	$\gamma_a = 7850 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.3
<b>NOTE</b>		
<sup>(1)</sup> Pari a $f_{pyk}$ nel caso di barre, $f_{p(0,1)k}$ nel caso di fili, $f_{p(1)k}$ nel caso di trefoli e trecce (cfr. Tab. 11.3.VIII)		

### 4) Murature nuove

Caratteristiche della muratura portante nuova (Muratura Laterizio Fbk10 M5ordinaria)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Categoria elementi portanti	Categoria I	Tab. 11.10.I
Tipo di malta	ordinaria	
Tipo di malta a taglio	prestazione garantita	Tab. 11.10.VIII
Classe della malta	M5	Tab. 11.10.II
Tipo giunti verticali	riempiti di malta	§ 11.10.3.3
Tipo elementi portanti	elementi artificiali	§ 11.10.3.1.2
Materiale elementi portanti	laterizio	Tab. 11.10.VIII
Classe di esecuzione	Classe 1	Tab. 4.5.II
Resistenza caratteristica compressione elementi	$f_{bk} = 10 \text{ N/mm}^2$	§ 11.10.3.1.2
Resistenza caratteristica compressione muratura	$f_k = 4.7 \text{ N/mm}^2$	§ 11.10.3.1.2
Resistenza caratteristica a taglio senza compressione	$f_{vk0} = 0.2 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.10.VIII



Resistenza normalizzata a compressione verticale dei blocchi	$f_b = 10 \text{ N/mm}^2$	§ 11.10.3.3
Valore massimo resistenza caratteristica a taglio	$f_{vklim} = 0.65 \text{ N/mm}^2$	§ 11.10.3.3
Resistenza a compressione di progetto (comb. non sismiche)	$f_d = f_k / \gamma_m = 2.35 \text{ N/mm}^2$	§ 4.5.6.I
Resistenza a compressione di progetto (comb. sismiche)	$f_{ds} = f_k / \gamma_{ms} = 2.35 \text{ N/mm}^2$	§ 4.5.6.I
Resistenza a taglio senza compressione di progetto (comb. non sismiche)	$f_{vd0} = f_{vk0} / \gamma_m = 0.1 \text{ N/mm}^2$	§ 4.5.6.I
Resistenza a taglio senza compressione di progetto (comb. sismiche)	$f_{vd0s} = f_{vk0} / \gamma_{ms} = 0.1 \text{ N/mm}^2$	§ 4.5.6.I
Modulo elastico normale	$E = 1000 f_k = 4700 \text{ N/mm}^2$	[11.10.8]
Modulo elastico tangenziale	$G = 0.4 E = 1.88 \text{ N/mm}^2$	[11.10.9]
Coefficiente di Poisson	$\nu = 1249$	
Coefficiente di sicurezza (comb. non sismiche)	$\gamma_m = 2$	Tab. 4.5.II
Coefficiente di sicurezza (comb. sismiche)	$\gamma_{ms} = 2$	§ 7.8.1.1
Peso specifico per unità di volume	$\gamma = 1800 \text{ kg/m}^3$	
Coefficiente dilatazione termica volumetrica	$\alpha = 0.000006 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	

## 5) Murature esistenti

Caratteristiche della muratura portante esistente: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Livello di Conoscenza	LC2	§ C8.5.4.1
Fattore di Confidenza	FC = 1.2	§ C8.5.4.1
Tipologia di muratura	Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)	Tab. C8.5.I
Tipologia di tessitura	irregolare	Tab. C8.5.I
Coefficiente di sicurezza (comb. non sismiche)	$\gamma_m = 3$	Tab. 4.5.II
Coefficiente di sicurezza (comb. sismiche)	$\gamma_{ms} = 2$	§ 7.8.1.1
Resistenza media a compressione (val. minimo)	$f_{m,min} = 1 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Resistenza media a compressione (val. massimo)	$f_{m,max} = 2 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Resistenza media a compressione (val. medio)	$f_{m,med} = 1.5 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Resistenza media a compressione (val. nominale)	$f_{m,nom} = 1.5 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Resistenza comp. di progetto (senza sisma)	$f_d = 0.42 \text{ N/mm}^2$	§ C8.7.1.1
Resistenza comp. di progetto (con sisma)	$f_{ds} = 0.62 \text{ N/mm}^2$	§ C8.7.1
Numero prove a compressione	0	Tab. C8.5.I
Coeff. k prove a compressione	0	Tab. C8.5.I
Resistenza media prove a compressione	$0 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Res. media taglio senza comp., (val. minimo)	$f_{vm0,min} = 0.02 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Res. media taglio senza comp., (val. massimo)	$f_{vm0,max} = 0.03 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Res. media taglio senza comp., (val. medio)	$f_{vm0,med} = 0.02 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Res. media taglio senza comp., (val. nominale)	$f_{vm0,nom} = 0.02 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Res. taglio senza comp. di prog. (senza sisma)	$f_{vd0} = 0.01 \text{ N/mm}^2$	§ C8.7.1.1
Res. taglio senza comp. di prog. (con sisma)	$f_{vd0s} = 0.01 \text{ N/mm}^2$	§ C8.7.1
Numero prove a taglio	0	Tab. C8.5.I

Coeff. k prove a taglio	0	Tab. C8.5.I
Resistenza media prove a taglio	0 N/mm <sup>2</sup>	Tab. C8.5.I
Modulo elastico (valore minimo)	$E_{\min} = 690 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Modulo elastico (valore massimo)	$E_{\max} = 1050 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Modulo elastico (valore medio)	$E_{\text{med}} = 870 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Modulo elastico (valore nominale)	$E_{\text{nom}} = 870 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Numero prove per modulo elastico	0	Tab. C8.5.I
Coeff. k prove per modulo elastico	0	Tab. C8.5.I
Modulo elastico media da prove	0 N/mm <sup>2</sup>	Tab. C8.5.I
Modulo a taglio (valore minimo)	$G_{\min} = 230 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Modulo a taglio (valore massimo)	$G_{\max} = 350 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Modulo a taglio (valore medio)	$G_{\text{med}} = 290 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Modulo a taglio (valore nominale)	$G_{\text{nom}} = 290 \text{ N/mm}^2$	Tab. C8.5.I
Numero prove per modulo elastico a taglio	0	Tab. C8.5.I
Coeff. k prove per modulo elastico a taglio	0	Tab. C8.5.I
Modulo elastico a taglio medio da prove	0 N/mm <sup>2</sup>	Tab. C8.5.I
Peso specifico medio	$w = 1900019000 \text{ kN/m}^3$	Tab. C8.5.I
Coefficiente correttivo "malta buona"	$C_{\text{cor,SdF},1} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente correttivo "ricorsi o listature"	$C_{\text{cor,SdF},2} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente correttivo "connessione trasversale"	$C_{\text{cor,SdF},3} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente correttivo "Iniezioni"	$C_{\text{cor,SdP},1} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente correttivo "Intonaco armato"	$C_{\text{cor,SdP},2} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente correttivo "Ristilatura armata"	$C_{\text{cor,SdP},3} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente correttivo massimo	$C_{\text{cor,max}} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente correttivo risultante	$C_{\text{cor}} = 0$	Tab. C8.5.II
Coefficiente dilatazione termica volumetrica	$\alpha = 0.000006 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	-

## 6) Acciaio

I profili metallici a sezione aperta (tipo IPE, HE, C, ed L) utilizzati appartengono ad acciaio di grado S275, e sono ottenuti mediante processo di laminazione (cfr. § 4.2.1.1 D.M. 2018). I materiali impiegati rispettano i requisiti del § 11.3.4 del D.M. 2018, e specificamente per le zone dissipative in condizioni sismiche, quelle del § 11.3.4.9 della stessa norma. L'acciaio utilizzato (S275) è conforme alle prescrizioni della norma armonizzata UNI EN 10025-2. Le resistenze di progetto sono state ottenute assumendo un coefficiente parziale  $\gamma_{M0} = 1,05$  per le sezioni metalliche,  $\gamma_{M1} = 1,05$  per le verifiche di instabilità, e  $\gamma_{M2} = 1,25$  per le sezioni indebolite da fori (cfr. Tab. 4.2.VII D.M. 2018). Le principali caratteristiche assunte per l'acciaio S275 sono riportate nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

### Caratteristiche acciaio da carpenteria S275 (EN 10025-2) (Pilastrini)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Tensione di snervamento caratteristica (1)	$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di rottura caratteristica (1)	$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di snervamento caratteristica (2)	$f_{yk} = 255 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di rottura caratteristica (2)	$f_{tk} = 410 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di progetto allo SLU (1)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 239.13 \text{ N/mm}^2$	§ 4.2.4.1.1

Tensione di progetto allo SLU (2)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 221.74 \text{ N/mm}^2$	§ 4.2.4.1.1
Tensione massima allo SLE (1)	$\sigma_t = 220 \text{ N/mm}^2$	
Tensione massima allo SLE (2)	$\sigma_t = 204 \text{ N/mm}^2$	
Rapporto di sovrarresistenza (1)	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.56$	-
Rapporto di sovrarresistenza (2)	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.61$	-
Peso specifico volumetrica	$\rho_s = 7850 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente dilatazione termico volumetrico	$\alpha = 0.000012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.4.2
Modulo di elasticità normale	$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Modulo di taglio	$G_a = 80769 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente parziale sicurezza (sezioni classe I-II-III-IV)	$\gamma_{M0} = 1.05$	Tab. 4.2.VII
Coefficiente parziale sicurezza (instabilità)	$\gamma_{M1} = 1.05$	Tab. 4.2.VII
Coefficiente parziale sicurezza (sezioni indebolite da fori)	$\gamma_{M2} = 1.25$	Tab. 4.2.VII
Deformazione allo snervamento caratteristica (1)	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.00131$	-
Deformazione allo snervamento caratteristica (2)	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.001214$	-
Deformazione allo snervamento di progetto (1)	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.001139$	-
Deformazione allo snervamento di progetto (2)	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.001056$	-
Deformazione ultima di progetto	$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = 0.0675$	§ 4.1.2.1.2.2
Deformazione ultima caratteristica	$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.075$	§ 4.1.2.1.2.2
<b>NOTE</b>		
(1) (spessori $\leq 40 \text{ mm}$ )		
(2) (spessori $> 40 \text{ mm}$ e $\leq 80 \text{ mm}$ )		

Caratteristiche acciaio da carpenteria S275 (EN 10025-2) (Travi)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Tensione di snervamento caratteristica (1)	$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di rottura caratteristica (1)	$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di snervamento caratteristica (2)	$f_{yk} = 255 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di rottura caratteristica (2)	$f_{tk} = 410 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di progetto allo SLU (1)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 239.13 \text{ N/mm}^2$	§ 4.2.4.1.1
Tensione di progetto allo SLU (2)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 221.74 \text{ N/mm}^2$	§ 4.2.4.1.1
Tensione massima allo SLE (1)	$\sigma_t = 220 \text{ N/mm}^2$	
Tensione massima allo SLE (2)	$\sigma_t = 204 \text{ N/mm}^2$	
Rapporto di sovrarresistenza (1)	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.56$	-
Rapporto di sovrarresistenza (2)	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.61$	-
Peso specifico volumetrica	$\rho_s = 7850 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente dilatazione termico volumetrico	$\alpha = 0.000012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.4.2
Modulo di elasticità normale	$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Modulo di taglio	$G_a = 80769 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente parziale sicurezza (sezioni classe I-II-III-IV)	$\gamma_{M0} = 1.05$	Tab. 4.2.VII
Coefficiente parziale sicurezza (instabilità)	$\gamma_{M1} = 1.05$	Tab. 4.2.VII
Coefficiente parziale sicurezza (sezioni indebolite da fori)	$\gamma_{M2} = 1.25$	Tab. 4.2.VII
Deformazione allo snervamento caratteristica (1)	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.00131$	-
Deformazione allo snervamento caratteristica (2)	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.001214$	-

Deformazione allo snervamento di progetto (1)	$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.001139$	-
Deformazione allo snervamento di progetto (2)	$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.001056$	-
Deformazione ultima di progetto	$\varepsilon_{ud} = 0,9 \quad \varepsilon_{uk} = 0.0675$	§ 4.1.2.1.2.2
Deformazione ultima caratteristica	$\varepsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.075$	§ 4.1.2.1.2.2
<b>NOTE</b>		
(1) (spessori $\leq 40$ mm)		
(2) (spessori $> 40$ mm e $\leq 80$ mm)		

## 6) Legno

### Caratteristiche del legno Pilastro C14

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Resistenza a flessione	$f_{mk} = 14$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k} = 7.2$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k} = 0.4$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k} = 16$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k} = 2$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a taglio	$f_{v,k} = 3$ MPa	§ 11.7.1.1
Rolling shear	$f_{r,k} = 0$ MPa	
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean} = 7$ MPa	§ 11.7.1.1
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean} = 0.23$ MPa	§ 11.7.1.1
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,k} = 4.7$ MPa	§ 11.7.1.1
Modulo elastico caratteristico perpendicolare alle fibre	$E_{90,k} = 0$ MPa	
Modulo di taglio medio	$G_{mean} = 0.44$ MPa	§ 11.7.1.1
Modulo di taglio caratteristico	$G_k = 0$ MPa	
Modulo di taglio rotolamento medio	$G_{r,m} = 0$ MPa	
Modulo di taglio rotolamento caratteristico	$G_{r,k} = 0$ MPa	
Massa volumica caratteristica	$\rho_k = 290$ kg/m <sup>3</sup>	§ 11.7.1.1
Massa volumica media	$\rho_m = 350$ kg/m <sup>3</sup>	§ 11.7.1.1

### Caratteristiche del legno Trave C14

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Resistenza a flessione	$f_{mk} = 14$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k} = 7.2$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k} = 0.4$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k} = 16$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k} = 2$ MPa	§ 11.7.1.1
Resistenza a taglio	$f_{v,k} = 3$ MPa	§ 11.7.1.1
Rolling shear	$f_{r,k} = 0$ MPa	
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean} = 7$ MPa	§ 11.7.1.1
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean} = 0.23$ MPa	§ 11.7.1.1
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,k} = 4.7$ MPa	§ 11.7.1.1

Modulo elastico caratteristico perpendicolare alle fibre	$E_{90,k} = 0 \text{ MPa}$	
Modulo di taglio medio	$G_{\text{mean}} = 0.44 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Modulo di taglio caratteristico	$G_k = 0 \text{ MPa}$	
Modulo di taglio rotolamento medio	$G_{r,m} = 0 \text{ MPa}$	
Modulo di taglio rotolamento caratteristico	$G_{r,k} = 0 \text{ MPa}$	
Massa volumica caratteristica	$\rho_k = 290 \text{ kg/m}^3$	§ 11.7.1.1
Massa volumica media	$\rho_m = 350 \text{ kg/m}^3$	§ 11.7.1.1

*Caratteristiche del legno Pannello C14*

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Resistenza a flessione	$f_{m,k} = 14 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Resistenza a trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k} = 7.2 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Resistenza a trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k} = 0.4 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Resistenza a compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k} = 16 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k} = 2 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Resistenza a taglio	$f_{v,k} = 3 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Rolling shear	$f_{r,k} = 0 \text{ MPa}$	
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,\text{mean}} = 7 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,\text{mean}} = 0.23 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,k} = 4.7 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Modulo elastico caratteristico perpendicolare alle fibre	$E_{90,k} = 0 \text{ MPa}$	
Modulo di taglio medio	$G_{\text{mean}} = 0.44 \text{ MPa}$	§ 11.7.1.1
Modulo di taglio caratteristico	$G_k = 0 \text{ MPa}$	
Modulo di taglio rotolamento medio	$G_{r,m} = 0 \text{ MPa}$	
Modulo di taglio rotolamento caratteristico	$G_{r,k} = 0 \text{ MPa}$	
Massa volumica caratteristica	$\rho_k = 290 \text{ kg/m}^3$	§ 11.7.1.1
Massa volumica media	$\rho_m = 350 \text{ kg/m}^3$	§ 11.7.1.1

## 7) Rinforzi

*Caratteristiche del rinforzo FRCM "FRCM 1"*

Descrizione	Valore	Riferimento CNR 215
Massa volumica caratteristica	$\gamma_k = 2500 \text{ kg/m}^3$	
Tensione limite convenzionale caratteristica	$\sigma_{\text{lim,conv}} = 1408 \text{ N/mm}^2$	§ 2.3
Deformazione limite convenzionale	$\varepsilon_{\text{lim,conv}} = 0.00563$	§ 2.3
Modulo rigidezza a trazione del solo FRCM	$E_1 = 250000 \text{ N/mm}^2$	§ 2.3
Tensione ultima caratt. a traz. (solo FRCM)	$\sigma_u = 2200 \text{ N/mm}^2$	§ 2.3
Deform. ultima media a trazione (solo FRCM)	$\varepsilon_u = 0.0088$	§ 2.3
Tensione ultima caratt. a distacco per trazione	$\sigma_{uf} = 1760 \text{ N/mm}^2$	§ 2.3
Deform. ultima media a distacco per trazione	$\varepsilon_{uf} = 0.00704$	§ 2.3
Modulo elastico medio dell'FRCM	$E_f = 250000 \text{ N/mm}^2$	§ 2.3

Resistenza a compressione della matrice	$f_{c,mat} = 20 \text{ N/mm}^2$	§ 2.3
Spessore equivalente	$t_f = 0.1 \text{ mm}$	§ 2.3
Spessore totale del rinforzo (fibra più malta)	$t = 10 \text{ mm}$	§ 2.3
Coefficiente amplificativo distacco intermedio	$\alpha =$	§ 3.1
Tensione limite conv. caratt. (distacco interm.)	$\sigma_{lim,conv,\alpha} = 2112 \text{ N/mm}^2$	§ 3.1
Deform. limite conv. caratt. (distacco interm.)	$\epsilon_{lim,conv,\alpha} = 0.00845$	§ 3.1
Tipo di ambiente	esterno	§ 3.2
Fattore di conversione ambientale	$\eta_a = 0.8$	§ 3.2
Fattore parziale di sicurezza allo SLU	$\gamma_{m,SLU} = 1.5$	§ 3.2
Fattore parziale di sicurezza allo SLE	$\gamma_{m,SLE} = 1$	§ 3.2
Tensione limite conv. di progetto allo SLU	$\sigma_{lim,conv,d} = 750.93 \text{ N/mm}^2$	§ 3.2
Deform. limite conv. di progetto allo SLU	$\epsilon_{lim,conv,d} = 0.003$	§ 3.2
Tens. limite conv. di prog. SLU (distacco interm.)	$\sigma_{lim,conv,\alpha,d} = 1126.4 \text{ N/mm}^2$	§ 3.2
Def. limite conv. di prog. SLU (distacco interm.)	$\epsilon_{lim,conv,\alpha,d} = 0.00451$	§ 3.2

Caratteristiche del rinforzo FRP "E17"

Descrizione	Valore	Riferimento CNR 210 R1
Tipo rinforzo	preformato	§ 2.2
Condizione di esposizione	esterno	§ 3.5.1
Tipo di fibra / resina	vetro / epossidica	§ 3.5.1
Modalità di carico	lungo termine	§ 3.5.2
Fattore di conversione ambientale	$\eta_a = 0.65$	§ 3.5.1
Fattore di conversione effetti lunga durata	$\eta_l = 0.3$	§ 3.5.2
Fattore di sicurezza parziale allo SLU	$\gamma_f = 1.1$	§ 3.4.1
Fattore di sicurezza parziale allo SLU (distacco)	$\gamma_{fd} = 1.5$	§ 3.4.1
Modulo di elasticità normale	$E_f = 1717 \text{ N/mm}^2$	§ 1.4
Spessore del rinforzo	$t_f = 0.1 \text{ mm}$	§ 1.4
Larghezza del rinforzo	$b_f = 100 \text{ mm}$	§ 1.4
Lunghezza di ancoraggio	$l_b = 300 \text{ mm}$	§ 1.4
Resistenza caratteristica a rottura	$f_{fk} = 170 \text{ N/mm}^2$	§ 1.4
Deformazione caratteristica a rottura	$\epsilon_{fk} = f_{fk} / E_f = 10$	§ 1.4
Coefficiente dilatazione termica volumetrica	$\alpha_s = 0.000003 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	-
Peso specifico per unità di volume	$\gamma = 2000 \text{ kg/m}^3$	-

## 8) Collegamenti

Caratteristiche collegamento M12-(4.6)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Classe della vite	4.6	§ 11.3.4.6
Diametro nominale	$d = M12 \text{ mm}$	§ 11.3.4.6
Area resistente	$A_{res} = 84.3 \text{ mm}^2$	§ 11.3.4.6

Tipo connettore	bullone	§ 11.3.4.6
Tipo resistenza	normale	
Tipo serraggio	non controllato	§ 11.3.4.6
Coefficiente di precarico	$k = 0.1$	
Forza di precarico	$F_{pc} = 23604 \text{ N}$	[4.2.61]
Forza di precarico di progetto	$F_{pcd} = 21458 \text{ N}$	[4.2.62]
Coppia di serraggio	$M = 28325 \text{ Nm}$	[4.2.61]
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Rapporto di sovrarresistenza	$t = f_{tb} / f_{yb} = 1.67$	§ 11.3.2.1
Densità volumetrica	$\rho = 7860 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di dilatazione volumetrica	$\alpha = 0.00001 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.4.2
Modulo di elasticità normale	$E_b = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Modulo elastico tangenziale	$G_b = E_b / [2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.4.2
Coeff. sicurezza per la verifica delle unioni con bulloni	$\gamma_{M2} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLU	$\gamma_{M3,SLU} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLE	$\gamma_{M3,SLE} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza perni allo SLE	$\gamma_{M6,ser} = 1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serraggio contr.	$\gamma_{M7,C} = 1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serr. NON contr.	$\gamma_{M7,NC} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV

Caratteristiche collegamento M12-(4.6)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Classe della vite	4.6	§ 11.3.4.6
Diametro nominale	$d = M12 \text{ mm}$	§ 11.3.4.6
Area resistente	$A_{res} = 84.3 \text{ mm}^2$	§ 11.3.4.6
Tipo connettore	vite	§ 11.3.4.6
Tipo resistenza	normale	
Tipo serraggio	non controllato	§ 11.3.4.6
Coefficiente di precarico	$k = 0.1$	
Forza di precarico	$F_{pc} = 23604 \text{ N}$	[4.2.61]
Forza di precarico di progetto	$F_{pcd} = 21458 \text{ N}$	[4.2.62]
Coppia di serraggio	$M = 28325 \text{ Nm}$	[4.2.61]
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Rapporto di sovrarresistenza	$t = f_{tb} / f_{yb} = 1.67$	§ 11.3.2.1
Densità volumetrica	$\rho = 7860 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di dilatazione volumetrica	$\alpha = 0.00001 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.4.2
Modulo di elasticità normale	$E_b = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Modulo elastico tangenziale	$G_b = E_b / [2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.4.2
Coeff. sicurezza per la verifica delle unioni con bulloni	$\gamma_{M2} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLU	$\gamma_{M3,SLU} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLE	$\gamma_{M3,SLE} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza perni allo SLE	$\gamma_{M6,ser} = 1$	Tab. 4.2.XIV

Relazione sui Materiali

Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serraggio contr.	$\gamma_{M7,C} = 1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serr. NON contr.	$\gamma_{M7,NC} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV

Caratteristiche collegamento M12-(4.6)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Classe della vite	4.6	§ 11.3.4.6
Diametro nominale	d = M12 mm	§ 11.3.4.6
Area resistente	$A_{res} = 84.3 \text{ mm}^2$	§ 11.3.4.6
Tipo connettore	chiodo	§ 11.3.4.6
Tipo resistenza	normale	
Tipo serraggio	non controllato	§ 11.3.4.6
Coefficiente di precarico	k = 0.1	
Forza di precarico	$F_{pc} = 23604 \text{ N}$	[4.2.61]
Forza di precarico di progetto	$F_{pcd} = 21458 \text{ N}$	[4.2.62]
Coppia di serraggio	$M = 28325 \text{ Nm}$	[4.2.61]
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Rapporto di sovraresistenza	$t = f_{tb} / f_{yb} = 1.67$	§ 11.3.2.1
Densità volumetrica	$\rho = 7860 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di dilatazione volumetrica	$\alpha = 0.00001 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.4.2
Modulo di elasticità normale	$E_b = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Modulo elastico tangenziale	$G_b = E_b / [2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.4.2
Coeff. sicurezza per la verifica delle unioni con bulloni	$\gamma_{M2} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLU	$\gamma_{M3,SLU} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLE	$\gamma_{M3,SLE} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza perni allo SLE	$\gamma_{M6,ser} = 1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serraggio contr.	$\gamma_{M7,C} = 1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serr. NON contr.	$\gamma_{M7,NC} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV

Caratteristiche collegamento M12-(4.6)

Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Classe della vite	4.6	§ 11.3.4.6
Diametro nominale	d = M12 mm	§ 11.3.4.6
Area resistente	$A_{res} = 84.3 \text{ mm}^2$	§ 11.3.4.6
Tipo connettore	spinotto	§ 11.3.4.6
Tipo resistenza	normale	
Tipo serraggio	non controllato	§ 11.3.4.6
Coefficiente di precarico	k = 0.1	
Forza di precarico	$F_{pc} = 23604 \text{ N}$	[4.2.61]
Forza di precarico di progetto	$F_{pcd} = 21458 \text{ N}$	[4.2.62]
Coppia di serraggio	$M = 28325 \text{ Nm}$	[4.2.61]



Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tb} = 400 \text{ N/mm}^2$	Tab. 11.3 XIII.b
Rapporto di sovreresistenza	$t = f_{tb} / f_{yb} = 1.67$	§ 11.3.2.1
Densità volumetrica	$\rho = 7860 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di dilatazione volumetrica	$\alpha = 0.00001 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.4.2
Modulo di elasticità normale	$E_b = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Modulo elastico tangenziale	$G_b = E_b / [2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.4.2
Coeff. sicurezza per la verifica delle unioni con bulloni	$\gamma_{M2} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLU	$\gamma_{M3,SLU} = 1.25$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza per le verifiche a scorrimento allo SLE	$\gamma_{M3,SLE} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sicurezza perni allo SLE	$\gamma_{M6,ser} = 1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serraggio contr.	$\gamma_{M7,C} = 1$	Tab. 4.2.XIV
Coeff. sic. bulloni precaricati alta res., serr. NON contr.	$\gamma_{M7,NC} = 1.1$	Tab. 4.2.XIV

Caratteristiche acciaio da carpenteria S235 (EN 10025-2) (saldatura)

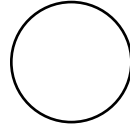
Descrizione	Valore	Riferimento D.M. 2018
Tensione di snervamento caratteristica (1)	$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di rottura caratteristica (1)	$f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di snervamento caratteristica (2)	$f_{yk} = 215 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di rottura caratteristica (2)	$f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2$	Tab. 4.2
Tensione di progetto allo SLU (1)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 204.35 \text{ N/mm}^2$	§ 4.2.4.1.1
Tensione di progetto allo SLU (2)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 186.96 \text{ N/mm}^2$	§ 4.2.4.1.1
Tensione massima allo SLE (1)	$\sigma_t = 188 \text{ N/mm}^2$	
Tensione massima allo SLE (2)	$\sigma_t = 172 \text{ N/mm}^2$	
Rapporto di sovreresistenza (1)	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.53$	-
Rapporto di sovreresistenza (2)	$k = f_{tk} / f_{yk} = 1.67$	-
Peso specifico volumetrica	$\rho_s = 7850 \text{ kg/m}^3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente dilatazione termico volumetrico	$\alpha = 0.000012 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	§ 11.3.4.2
Modulo di elasticità normale	$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Modulo di taglio	$G_a = 80769 \text{ N/mm}^2$	§ 11.3.4.2
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$	§ 11.3.4.2
Coefficiente parziale sicurezza (sezioni classe I-II-III-IV)	$\gamma_{M0} = 1.05$	Tab. 4.2.VII
Coefficiente parziale sicurezza (instabilità)	$\gamma_{M1} = 1.05$	Tab. 4.2.VII
Coefficiente parziale sicurezza (sezioni indebolite da fori)	$\gamma_{M2} = 1.25$	Tab. 4.2.VII
Deformazione allo snervamento caratteristica (1)	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.001119$	-
Deformazione allo snervamento caratteristica (2)	$\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0.001024$	-
Deformazione allo snervamento di progetto (1)	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.000973$	-
Deformazione allo snervamento di progetto (2)	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 0.00089$	-
Deformazione ultima di progetto	$\epsilon_{ud} = 0,9 \quad \epsilon_{uk} = 0.0675$	§ 4.1.2.1.2.2
Deformazione ultima caratteristica	$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.075$	§ 4.1.2.1.2.2
<b>NOTE</b>		
(1) (spessori $\leq 40 \text{ mm}$ )		
(2) (spessori $> 40 \text{ mm}$ e $\leq 80 \text{ mm}$ )		

## 9) Prescrizioni finali e firme

**Firmato**

Luogo, lì Data

---

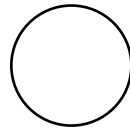


*Il Committente*

---

Luogo, lì Data

---



*Il Progettista*

---