



# Ampliamento dell'edificio scolastico denominato "Marconcino" ubicato a Prato in via Galcianese n. 20/L all'interno del polo di San Paolo

DM 129/2020 Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU  
 PNRR M4C1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università - 3.3: Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica  
 CUP I33H18000280003



Ministero dell'Istruzione

## PROGETTO ESECUTIVO

**COMMITTENTE:**  
 Provincia di Prato  
 Via Bettino Ricasoli 25 - 59100 Prato

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:**  
 Dott.ssa Rossella BONCIOLINI  
**SUPPORTO AL R.U.P.:**  
 Ing. Luca Pagni

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**  
 Ing. Federico FRAPPI

**EUTECNE s.r.l. (mandataria)**  
 Arch. Olimpia LORENZINI  
 Arch. Luca FRAPPI  
 Arch. Pierpaolo PAPI  
 Arch. Debora PALUMMO  
 Arch. Luca BERTUZZI  
 Arch. Chiara CAROLI  
 Arch. Manuela BOCCO  
 Arch. Ilaria STAGNI  
 Ing. Luca DELL'AVERSANO  
 Ing. Massimo FALCINELLI  
 Ing. Andrea FANCELLI  
 Ing. Noemi BRIGANTI  
 Ing. Iunior Sonia ANTONELLI

Ing. Martina RICCI  
 Ing. Michele GOVERNATORI  
 Ing. Edoardo GENNARI  
 Ing. Marta MENCARONI  
 Ing. Maura MARTORELLI  
 Geol. Armando GRAZI  
 Geom. Massimiliano TONZANI  
 Dott.ssa Paola SFAMENI  
 Dott.ssa Chiara BROZZETTI  
 Dott. Francesco PORTIGIANI  
 Coll. Enrico SCIATTELLA  
 Coll. Cecilia PEDICONE

**EUTECNE**  
 Architettura | Ingegneria  
 Frappi Federico

Dott. Ing. Federico FRAPPI  
**ORDINE INGEGNERI PROV. LIVORNO**  
 SEZ. A N. 1488  
 Ing. Civile - Ambientale  
 Ing. Industriale  
 Ing. dell'Informazione

**F&M Ingegneria S.p.A. (mandante)**  
 Ing. Tommaso TASSI  
 Ing. Alessandro BONAVENTURA  
 Arch. Giampaolo LENARDUZZI  
 Ing. Antonio NUZZO  
 Arch. Nicola ROS

**SINERGIE PROGETTI s.r.l. (mandante)**  
 Ing. Paolo BINDI  
 Ing. Dario BANDI

**ARCH. CARLO BERTOLINI (mandante)**



RTP:

**EUTECNE**  
 Architettura | Ingegneria

EUTECNE s.r.l. (mandataria)  
 via A. Volta, 83 - 06135 Perugia  
 office@eutecne.it www.eutecne.it



F&M Ingegneria S.p.A. (mandante)  
 Via Belvedere, 8/10 - 30035 Mirano (VE)  
 fm@fm-ingegneria.com www.fm-ingegneria.com



SINERGIE PROGETTI s.r.l. (mandante)  
 via G. Di Vittorio, 15 - 20017 Rho (MI)  
 progetti@retesinergie.it www.retesinergie.it

Arch. CARLO BERTOLINI (mandante)  
 via Vignolo, 12 - 54021 Bagnone (MS)  
 carlo\_bertolini@hotmail.com  
 www.carlobertoliniarchitetto.it

**TITOLO**

RELAZIONE MATERIALI

REV	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	REDATTO:	VERIFICATO:	APPROVATO:
A	Ago2022	Progetto esecutivo		P.Papi	F.Frappi
B	Ott.2022	Progetto esecutivo - verifica		P.Papi	F.Frappi
C					
D					

SCALA

**C50E**  
 commessa

SR2  
 elaborato

B  
 revisione

# SOMMARIO

<b>SOMMARIO .....</b>	<b>1</b>
<b>A1 RELAZIONE MATERIALI .....</b>	<b>2</b>
<i>A2.1 Premesse generali.....</i>	<i>2</i>
<i>A2.2 Calcestruzzi .....</i>	<i>2</i>
<i>A2.3 Calcolo del copriferro .....</i>	<i>5</i>
<i>A2.4 Acciaio per C.A.....</i>	<i>10</i>
<i>A2.5 Acciaio per strutture metalliche e composte.....</i>	<i>11</i>
<i>A2.5.1 Acciai laminati.....</i>	<i>11</i>
<i>A2.5.2 Bulloni .....</i>	<i>12</i>
<i>A2.5.3 Malta tra piastre di acciaio e fondazioni in calcestruzzo .....</i>	<i>12</i>
<i>A2.6 Muratura nuova.....</i>	<i>14</i>

---

# A1 Relazione Materiali

## A2.1 Premesse generali

Oggetto della presente relazione è la definizione delle caratteristiche dei materiali da impiegare per la costruzione delle opere relative alla struttura in oggetto. A seguire si riportano le prescrizioni in coerenza con le con il capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 17/01/2018 “**Norme Tecniche per le Costruzioni**” e relativa Circolare esplicativa n°7 del 21/01/2019.

## A2.2 Calcestruzzi

I calcestruzzi per le strutture in C.A. dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

Tipo: **Rck ≥ 150 kg/cm<sup>2</sup>**  
 Impiego: **Magroni di fondazione**

Tipologia strutturale:	<b>Magroni di fondazione</b>	
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	<b>C12/15</b>	R <sub>ck</sub> = 15 N/mm <sup>2</sup>
Condizioni ambientali:	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico.	
Classe di esposizione (UNI 11104):	X0	
Rapporto acqua/cemento max:	--	

Denom. della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 11104	A/C MAX	Minima Classe di resistenza
<b>X0</b>	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva.  Calcestruzzo non armato soggetto ad cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasioni, gelo o attacco chimico	4	---	<b>C12/15</b>

Tipo: **Rck ≥ 300 kg/cm<sup>2</sup>**

Impiego: **Strutture di fondazione**

Tipologia strutturale:	<b>Opere di Fondazione</b>	
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	<b>C25/30</b>	R <sub>ck</sub> =30 N/mm <sup>2</sup>
Condizioni ambientali:	Bagnato, raramente asciutto	
Classe di esposizione (UNI 11104):	XC2	
Rapporto acqua/cemento max:	0,60	
Classe di consistenza:	S4 (Fluida)	

Tipo: **Rck ≥ 350 kg/cm<sup>2</sup>**

Impiego: **Strutture in ELEVAZIONE**

Tipologia strutturale:	<b>Strutture in Elevazione</b>	
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	<b>C28/35</b>	R <sub>ck</sub> =35 N/mm <sup>2</sup>
Condizioni ambientali:	Asciutto o permanentemente bagnato	
Classe di esposizione (UNI 11104):	XC1	
Rapporto acqua/cemento max:	0,55	
Classe di consistenza:	S4 (Fluida)	

Denom. della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 11104	A/C MAX	Minima Classe di resistenza
<b>XC2</b>	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	4	0,60	<b>C25/30</b>
<b>XC1</b>	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	4	0,55	<b>C28/35</b>

Dosaggi: il dosaggio per mc di impasto è il seguente:

- ♣ Cemento tipo 32,5R      kg 250;
- ♣ Sabbia                      mc 0,40;
- ♣ Ghiaia                      mc 0,80;
- ♣ Acqua                        litri 150.

Qualità dei componenti:

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 15 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali in percentuale dannosa e non aggressiva.

Prescrizioni per il disarmo:

Si indicano: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni. Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa Autorizzazione della Direzione Lavori.

Additivi:

In caso di necessità si potranno adoperare additivi superfluidificanti certificati secondo norma allo scopo di aumentare la lavorabilità del calcestruzzo senza oltrepassare il limite massimo di  $A/C=0,45$ .

---

## A2.3 Calcolo del copriferro

### 1.1 INTRODUZIONE

Una struttura durevole deve soddisfare i requisiti di attitudine al servizio, resistenza e stabilità durante la sua vita utile di progetto, senza presentare perdite significative di funzionalità né richiedere manutenzione straordinaria eccessiva.

La protezione richiesta per la struttura deve essere stabilita considerandone l'utilizzo previsto, la vita utile di progetto, il programma di manutenzione e le azioni.

### 1.2 REQUISITI DI DURABILITA'

Per la valutazione della vita utile di progetto richiesta dalla struttura, devono essere prese adeguate disposizioni al fine di proteggere ogni elemento strutturale dalle azioni ambientali.

I requisiti di durabilità devono essere presi in conto quando si considerano:

- La concezione della struttura;
- La scelta dei materiali;
- I dettagli costruttivi;
- L'esecuzione;
- Il controllo di qualità;
- Le verifiche;
- Particolari disposizioni (Per esempio utilizzo di acciaio inossidabile, rivestimenti, protezione catodica);

La vita utile di progetto richiesta dalla struttura coincide con la definizione di "vita nominale" specificata al paragrafo 2.4.1 delle NTC08.

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I e deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE	$V_N$
Opere provvisorie	≤ 10 anni
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50 anni
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100 anni

Tabella 2.4.I - Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

## Strutture di Fondazione

Il calcolo viene eseguito in riferimento alla condizione più gravosa, ovvero al diametro massimo delle barre correnti.

Vita utile di progetto	< 100 anni
Classe di resistenza del calcestruzzo	C25/30
Elemento dalla forma simile ad una soletta	si
Controllo di qualità della produzione del calcestruzzo	si
Tipologia di acciaio	ordinario
Diametro della barra da carpenteria utilizzata	16 mm
Numero di barre raggruppate	2
Classe di esposizione:	XC2

<b>XC2</b>	Corrosione indotta da carbonatazione
<b>DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE</b>	
Bagnato raramente asciutto	
<b>Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione</b>	
Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni	

### 1.4 CALCOLO DEL COPRIFERRO

Il copriferro è la distanza tra la superficie esterna dell'armatura (inclusi staffe, collegamenti e rinforzi superficiali, se presenti) più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo. Questa distanza dovrà essere maggiore o al massimo uguale al copriferro nominale di seguito definito.

Il copriferro nominale deve essere indicato sui disegni. Esso è definito nel modo seguente:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (1.4-1)$$

Dove "Cnom" è il valore nominale di progetto, "Cmin" è il valore minimo del copriferro e "ΔCdev" è la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro. Per le costruzioni ordinarie è assunta pari a 10mm, mentre nel caso di produzione in stabilimento con controlli molto rigorosi si assume 5mm.

Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro:  $\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$

Il valore minimo del copriferro è dato dal massimo valore contenuto nella parentesi:

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10mm) \quad (1.4-2)$$

"Cmin,b" è il copriferro necessario alla trasmissione delle tensioni tangenziali di aderenza; esso è da assumersi pari al diametro della barra quando l'armatura è isolata e nel caso di armature raggruppate si dovrà uguagliare al diametro equivalente delle barre:

$$\phi_{eq} = \phi \sqrt{n_b} \leq 55mm \quad (1.4-3)$$

Se la dimensione massima nominale dell'aggregato è maggiore di 32 allora "Cmin,b" deve essere aumentato di 5mm.

Il numero di barre raggruppate è: 2

Il diametro equivalente delle barre è: 23 mm

Copriferro minimo per la trasmissione delle tensioni tangenziali di aderenza:  $C_{min,b} = 23 \text{ mm}$

" $C_{min,dur}$ " è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali, la sua determinazione è legata alla classe strutturale, parametro che tiene conto della vita nominale della struttura, e alla classe ambientale, parametri che tengono conto della degradazione a cui potrebbe essere sottoposto il manufatto a causa dell'esposizione ambientale; essi sono stabiliti attraverso le classi di esposizione ambientali.

La classe strutturale di riferimento è la "S4" e sulla base delle indicazioni del prospetto 4.3N dell'Eurocodice 2, si definisce la classe strutturale per la costruzione in esame.

	Classi di esposizione			
	X0/ XC1	XC2/ XC3	XC4/ XD1/ XD2/ XS1	XD3/ XS2/ XS3
Vita utile nominale di 100 anni	Aumentare di 2 classi	Aumentare di 2 classi	Aumentare di 2 classi	Aumentare di 2 classi
Classe di resistenza del calcestruzzo	$\geq C32/40$ Ridurre 1 classe	$\geq C35/45$ Ridurre 1 classe	$\geq C40/50$ Ridurre 1 classe	$\geq C45/55$ Ridurre 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe
Controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe

prospetto 4.3N -Classificazione strutturale raccomandata

Sulla base della precedente classificazione (pr.4.3N) si adotta la seguente classe strutturale: **S3**

Definita la classe strutturale il valore del copriferro minimo " $C_{min,dur}$ " si ricava attraverso il prospetto 4.4N per acciai ad armatura ordinaria; ovvero al prospetto 4.5N per acciai da precompressione. Di seguito il valore ricavato dalla tabella:

Copriferro minimo per requisiti con riferimento alla durabilità:  $C_{min,dur} = 20 \text{ mm}$

Sulla base della formula 1.4-2 si definisce il copriferro minimo che soddisfi i requisiti di durabilità e trasmissione degli sforzi

Copriferro minimo adottato:  $C_{min} = 23 \text{ mm}$

Il copriferro nominale si ricava dalla formula 1.4-1, esso rappresenta il valore di progetto necessario per la definizione dell'altezza utile della sezione, riportato anche sui disegni strutturali.

Copriferro nominale:  $C_{nom} = 28 \text{ mm}$

<b>Resoconto</b>		
Classe strutturale e classe di esposizione	S3	XC2
Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro $\Delta C_{dev}$	5 mm	
Copriferro minimo per garantire l'aderenza $C_{min,b}$	23 mm	
Copriferro minimo per garantire la durabilità $C_{min,dur}$	20 mm	
Copriferro minimo adottato $C_{min}$	23 mm	
Copriferro nominale $C_{nom}$	28 mm	

Copriferro adottato in riferimento alle staffe **40 mm**

Copriferro delle barre correnti  $48 \text{ mm} > C_{nom}$



## Strutture in Elevazione

Il calcolo viene eseguito in riferimento alla condizione più gravosa, ovvero al diametro massimo delle barre correnti.

Vita utile di progetto	< 100 anni
Classe di resistenza del calcestruzzo	C28/35
Elemento dalla forma simile ad una soletta	si
Controllo di qualità della produzione del calcestruzzo	si
Tipologia di acciaio	ordinario
Diametro della barra da carpenteria utilizzata	20 mm
Numero di barre raggruppate	2
Classe di esposizione:	XC1

<b>XC1</b>	Corrosione indotta da carbonatazione
<b>DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE</b>	
Asciutto o permanentemente bagnato	
<b>Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione</b>	
Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria bassa oppure calcestruzzo costantemente immerso in acqua	

### 1.4 CALCOLO DEL COPRIFERRO

Il copriferro è la distanza tra la superficie esterna dell'armatura (inclusi staffe, collegamenti e rinforzi superficiali, se presenti) più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo. Questa distanza dovrà essere maggiore o al massimo uguale al copriferro nominale di seguito definito.

Il copriferro nominale deve essere indicato sui disegni. Esso è definito nel modo seguente:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (1.4-1)$$

Dove "C<sub>nom</sub>" è il valore nominale di progetto, "C<sub>min</sub>" è il valore minimo del copriferro e "ΔC<sub>dev</sub>" è la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro. Per le costruzioni ordinarie è assunta pari a 10mm, mentre nel caso di produzione in stabilimento con controlli molto rigorosi si assume 5mm.

Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro:  $\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$

Il valore minimo del copriferro è dato dal massimo valore contenuto nella parentesi:

$$c_{min} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 \text{ mm}) \quad (1.4-2)$$

"C<sub>min,b</sub>" è il copriferro necessario alla trasmissione delle tensioni tangenziali di aderenza; esso è da assumersi pari al diametro della barra quando l'armatura è isolata e nel caso di armature raggruppate si dovrà uguagliare al diametro equivalente delle barre:

$$\phi_{eq} = \phi \sqrt{n_b} \leq 55 \text{ mm} \quad (1.4-3)$$

Se la dimensione massima nominale dell'aggregato è maggiore di 32 allora "C<sub>min,b</sub>" deve essere aumentato di 5mm.

Il numero di barre raggruppate è: 2

Il diametro equivalente delle barre è: 28 mm

Copriferro minimo per la trasmissione delle tensioni tangenziali di aderenza: **C<sub>min,b</sub> = 28 mm**

" $C_{min,dur}$ " è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali, la sua determinazione è legata alla classe strutturale, parametro che tiene conto della vita nominale della struttura, e alla classe ambientale, parametri che tengono conto della degradazione a cui potrebbe essere sottoposto il manufatto a causa dell'esposizione ambientale; essi sono stabiliti attraverso le classi di esposizione ambientali.

La classe strutturale di riferimento è la "S4" e sulla base delle indicazioni del prospetto 4.3N dell'Eurocodice 2, si definisce la classe strutturale per la costruzione in esame.

	Classi di esposizione			
	X0/XC1	XC2/XC3	XC4/XD1/ XD2/XS1	XD3/XS2/XS3
Vita utile nominale di 100 anni	Aumentare di 2 classi	Aumentare di 2 classi	Aumentare di 2 classi	Aumentare di 2 classi
Classe di resistenza del calcestruzzo	$\geq C32/40$ Ridurre 1 classe	$\geq C35/45$ Ridurre 1 classe	$\geq C40/50$ Ridurre 1 classe	$\geq C45/55$ Ridurre 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe
Controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe

prospetto 4.3N -Classificazione strutturale raccomandata

Sulla base della precedente classificazione (pr.4.3N) si adotta la seguente classe strutturale: **S2**

Definita la classe strutturale il valore del copriferro minimo " $C_{min,dur}$ " si ricava attraverso il prospetto 4.4N per acciai ad armatura ordinaria; ovvero al prospetto 4.5N per acciai da precompressione. Di seguito il valore ricavato dalla tabella:

Copriferro minimo per requisiti con riferimento alla durabilità:  **$C_{min,dur} = 10 \text{ mm}$**

Sulla base della formula 1.4-2 si definisce il copriferro minimo che soddisfi i requisiti di durabilità e trasmissione degli sforzi

Copriferro minimo adottato:  **$C_{min} = 28 \text{ mm}$**

Il copriferro nominale si ricava dalla formula 1.4-1, esso rappresenta il valore di progetto necessario per la definizione dell'altezza utile della sezione, riportato anche sui disegni strutturali.

Copriferro nominale:  **$C_{nom} = 33 \text{ mm}$**

<b>Resoconto</b>		
Classe strutturale e classe di esposizione	S2	XC1
Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro $\Delta C_{dev}$	5 mm	
Copriferro minimo per garantire l'aderenza $C_{min,b}$	28 mm	
Copriferro minimo per garantire la durabilità $C_{min,dur}$	10 mm	
Copriferro minimo adottato $C_{min}$	28 mm	
Copriferro nominale $C_{nom}$	33 mm	

Copriferro adottato in riferimento alle staffe **30 mm**

Copriferro delle barre correnti  $38 \text{ mm} > C_{nom}$

## A2.4 Acciaio per C.A.

Le armature metalliche saranno costituite da barre di acciaio ad aderenza migliorata del tipo B450C secondo quanto prescritto al punto 11.3 del D.M. 17/01/2018

Tipo acciaio	<b>B450C</b>
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}=450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}=540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo	$f_{sd}=f_{yk} / \gamma_s=391 \text{ N/mm}^2$

e devono rispettare i requisiti:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5
Tensione caratteristica di rottura	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5
$(f_t / f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10
$(f_y / f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10
Allungamento ( $A_{gt}$ ) <sub>k</sub>	$\geq 7,5\%$	10
Diametro mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\emptyset < 12\text{mm}$	4 $\emptyset$	
$12 < \emptyset \leq 16\text{mm}$	5 $\emptyset$	
$16 < \emptyset \leq 25\text{mm}$	8 $\emptyset$	
$25 < \emptyset \leq 40\text{mm}$	10 $\emptyset$	

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe. E' tollerata una ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto. Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

Qualora il costruttore adottasse giunzioni delle barre in opera o fuori opera o assemblaggi delle gabbie di armatura mediante saldatura, si prescrive l'uso di acciaio **saldabile** ed in particolare di quei materiali per i quali il produttore abbia garantito la saldabilità all'atto del deposito di cui al punto 2.2.9 del D.M. 9/1/96; tali materiali devono presentare apposita marchiatura secondo quanto citato al punto 2.2.9 della Norma sopra citata, che li differenzia dagli acciai non saldabili.

Acciaio per reti o tralici elettrosaldati:

I fili elementari che costituiscono reti e tralicci devono essere di tipo tipo B450C ( $f_{y\text{ nom}} = 450$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{t\text{ nom}} = 540$  N/mm<sup>2</sup>), devono avere diametro compreso tra 6mm e 16mm ed interasse massimo pari a 330 mm; rapporto dei diametri dei fili dell'ordito  $\varnothing_{\text{min}}/\varnothing_{\text{max}} > 0,6$ .

Gli acciai costituenti reti e tralicci devono essere saldabili, i nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata secondo la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra di diametro maggiore.

## A2.5 Acciaio per strutture mealliche e composte

### A2.5.1 Acciai laminati

(punto 11.3.4.2)

Si prescrive l'utilizzo di acciai conformi alle norme armonizzate UNI-EN 10025 (per i laminati), UNI-EN 10210 (per i tubi senza saldatura), UNI-EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti marcatura CE cui si applica il sistema di attestazione 2+, di cui al punto A del paragrafo 11.1.

In sede di progettazione si assumono i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

E	210000	N/mm <sup>2</sup>	valore del modulo elastico istantaneo
G	80769	N/mm <sup>2</sup>	valore del modulo elastico trasversale
n	0,3	--	coefficiente di Poisson
r	78,5	N/dm <sup>3</sup>	densità

Tipo di acciaio	Spessore nominale dell'elemento				da tab.11.3.IX laminati a caldo con profili a sezione aperta
	t<=40mm		40mm<t<80mm		
	$f_{y,k}$	$f_{t,k}$	$f_{y,k}$	$f_{t,k}$	
<b>S275</b>	275	430	255	410	

essendo:

$f_{y,k}$  N/mm<sup>2</sup> tensione di snervamento

$f_{t,k}$  N/mm<sup>2</sup> tensione di rottura

## A2.5.2 Bulloni

(punto 11.3.4.6.1)

Si prescrive l'utilizzo di bulloni conformi per caratteristiche dimensionali alle norme UNI-EN-ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 che appartengono alle classi associate di cui alla norma UNI-EN-ISO 898:2001. I materiali utilizzati, viti e dadi, presentano i seguenti valori:

Vite	Classe	8.8	
Dado	Classe	8	
fy,b	649	N/mm <sup>2</sup>	tensione di snervamento
ft,b	800	N/mm <sup>2</sup>	tensione di rottura

### Rosette

Si prescrive l'utilizzo di rosette conformi per caratteristiche dimensionali alle norme UNI-EN 14399:2005 parti 5 e 6, in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32/40.

### Saldature

La saldatura dovrà avvenire a completo ripristino di resistenza o a cordone d'angolo, ove indicato, in conformità a quanto riportato al §11.3.4 delle NTC 2018, con uno dei procedimenti all'arco elettrico svolte secondo i procedimenti codificati dalle UNI EN ISO 4063:2001 5132. Lo spessore della sezione di gola delle saldature a cordone d'angolo, quando le dimensioni non sono precisate, deve essere calcolato pari al 70% dello spessore minimo degli elementi collegati.

## A2.5.3 Malta tra piastre di acciaio e fondazioni in calcestruzzo

La malta interposta tra piastre di acciaio e fondazioni in calcestruzzo sarà del tipo EMACO S55.

Si tratta di una malta cementizia espansiva, applicabile mediante collaggio per spessori centimetrici tra piastra e fondazione.

EMACO S55 è conforme ai requisiti e limiti di accettazione delle malte espansive per ancoraggi indicati da: UNI 8993 e UNI 8994 circa le classi di consistenza per i tipi superfluido, fluido e plastico, UNI 8994 e UNI 8996, UNI 8147 per l'espansione sia in fase plastica che indurita, UNI 8998, circa l'assenza di bleeding.

Le caratteristiche di EMACO S55 sono riportate di seguito

Caratteristiche espansive -in fase plastica, UNI 8996 -contrastata UNI 8147 a 24 ore	> 0.3 % > 0.03 %
Adesione al cls -per taglio, UNI 12615 -per trazione, UNI 12615	> 6 Mpa > 6 MPa
Modulo elastico, UNI EN 13412	28.000 (±2.000) MPa

Resistenza a compressione, UNI EN 12190	28 gg > 75 MPa
Resistenza a trazione per flessione, UNI EN 196/1	28 gg > 9 MPa

### **Tracciabilità dei materiali**

#### **ACCIAIO**

Per ogni fornitura di acciaio, prima della posa in opera sarà consegnata alla Direzione lavori la seguente documentazione:

Laminati a caldo marcatura CE obbligatoria

- Copia del Certificato di Provenienza, certificato di ferriera oppure copia della Dichiarazione di Conformità CE, con riferimento in originale alla data di spedizione, destinatario, timbro e firma;

- Copia del Documento di Trasporto con tutti i riferimenti anche nel caso di passaggi intermedi.

Lamiere grecate e profili formati a freddo, prodotti nei centri di trasformazione, prodotti con marcatura CE

- Copia della Dichiarazione di Conformità CE, con riferimento in originale alla data di spedizione, destinatario, timbro e firma;

- Attestazione contenente gli estremi della Certificazione del Sistema di Gestione della Qualità del prodotto;

- Copia del Documento di Trasporto con tutti i riferimenti anche nel caso di passaggi intermedi

Bulloni, prodotti con marcatura CE

- Copia della Dichiarazione di Conformità CE;

- Attestazione contenente gli estremi della Certificazione del Sistema di Gestione della Qualità del prodotto;

- Copia del Documento di Trasporto con tutti i riferimenti anche nel caso di passaggi intermedi.

*L'esecuzione delle strutture dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1090-2:2011, "Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio -Parte 2: Requisiti tecnici per le strutture di acciaio".*

**La classe di esecuzione adottata è la EXC3**

---

## A2.6 Muratura nuova

In fase di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni, il valore di  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite la tabella 11.10.V. La validità di tale tabelle è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

I valori delle resistenze di progetto delle murature possono essere dedotti direttamente dalla tabella seguente:

1. Blocco sismico con percentuale dei vuoti non superiore al 45%  $f_{bk} \geq 20$  MPa conformi alla norma UNI EN 771;
2. Classe malta: **M 10** conforme alla norma UNI EN 998-2

Tab. 11.10.VII - Valori di  $f_k$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
$\geq 40,0$	14,3	12,0	10,4	-

Tab. 11.10.VIII - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali  $f_{vk0}$  (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Elementi per muratura	$f_{vk0}$ (N/mm <sup>2</sup> )			
	Malta ordinaria di classe di resistenza data		Malta alleggerita	
		Malta per strati sottili (giunto orizzontale $\geq 0,5$ mm e $\leq 3$ mm)		
Laterizio	M10 - M20	0,30	0,30*	0,15
	M2,5 - M9	0,20		
	M1 - M2	0,10		
Silicato di calcio	M10 - M20	0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9	0,15		
	M1 - M2	0,10		
Calcestruzzo vibrocompresso Calcestruzzo areato autoclavato Pietra artificiale e pietra naturale a massello	M10 - M20	0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9	0,15		
	M1 - M2	0,10		

Firmato da:

**FRAPPI FEDERICO**

codice fiscale FRPFR70D12G912H

num.serie: 46523471882831676437911574482287866385

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 05/01/2021 al 06/01/2024