

COMUNE DI BENTIVOGLIO

MULINO E PALAZZO ROSSO

Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare (PINQUA)

PNRR - Missione 5 Componente 2 Investimento 2.3

Finanziato dall'Unione Europea - Iniziativa Nextgeneration EU

Proposta ID 264 - Intervento ID 885

"INNOVARE ABITANDO" nel Comune di Bentivoglio

CUP: J23D21000270005



PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:

Unione Reno Galliera

via Fariselli 4 - 40016 San Giorgio di Piano (BO)

Responsabile Unico del Procedimento:

ing. Antonio Peritore

Responsabile del Servizio Urbanistica dell'Unione Reno Galliera

presso Sede dell'Unione Reno Galliera

via Fariselli 4 - 40016 San Giorgio di Piano (BO)

PROGETTISTI INCARICATI:

PROGETTO ARCHITETTONICO:

CAVINATERRA - arch. Roberto Terra
ARCHITETTI arch. Guido Cavina
arch. Alice Cocco

via Barberia 24 - 40123 Bologna

tel. 051 644 9771 - 9772

PROGETTO OPERE STRUTTURALI:

COORDINAMENTO SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Struttura s.r.l. - ing. Francesca Sbardellati

via Gulinelli 21/A - 44122 Ferrara

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI:

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:

ing. Riccardo Accorsi

via Ariosto 21 - 44121 Ferrara

elaborato

ST.02

RELAZIONE SUI MATERIALI

scala

varie

rev:

commessa: PRS23003

data: Luglio 2023

INDICE

1. MURATURA ESISTENTE	2
2. CALCESTRUZZO ALLEGGERITO TIPO LECA 1800	3
3. ACCIAIO B450C	3
4. ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	3
5. SALDATURE	3
6. BULLONI E DADI	3
7. LEGNO LAMELLARE	4
8. MALTA STRUTTURALE PER RINFORZO	4
9. RETE IN FIBRA DI BASALTO	5
10. FIOCCHI IN FIBRA DI VETRO	5
11. MALTA PER ALLETTAMENTO MURATURE ESISTENTIE E SCUCI E CUCI	5
12. CONNETTORI PER SOLAI	5
13. RESINA EPOSSIDICA	5

RELAZIONE DEI MATERIALI

1. MURATURA ESISTENTE

Per la definizione dei parametri della muratura esistente si è fatto riferimento alla tabella C8.5.I della Circolare inerente alle NTC 2018, ed è stata considerata una “muratura in mattoni pieni e malta di calce”:

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

L'analisi storico critica, il rilievo geometrico e le indagini eseguite in loco hanno permesso di raggiungere un livello di conoscenza LC2, pertanto il fattore di confidenza utilizzato per le verifiche di sicurezza della muratura è pari a $FC=1,20$.

Come indicato al paragrafo C8.5.4.1 sulle Costruzioni in muratura, in presenza di un livello di conoscenza LC2, le resistenze vengono definite come il valore medio dell'intervallo della tabella C8.5.I, mentre i moduli elastici sono definiti come il valore medio dell'intervallo della tabella C8.5.I, pertanto, considerando le verifiche statiche, si ottengono i seguenti parametri:

$$f_d = 34,5 / (FC \cdot \gamma_M) = 34,5 / (1,2 \cdot 2) = 14,375 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau_d = 0,9 / (FC \cdot \gamma_M) = 0,9 / (1,2 \cdot 2) = 0,375 \text{ daN/cm}^2$$

$$E = 15 \text{ 000 daN/cm}^2$$

$$G = 5 \text{ 000 daN/cm}^2$$

La normativa NTC2018 cita al paragrafo 7.2.6 per strutture in c.a. o muratura: “Nel rappresentare la rigidezza degli elementi strutturali si deve tener conto della fessurazione. In caso non siano effettuate analisi specifiche, la rigidezza flessionale e a taglio degli elementi in muratura, cemento armato, acciaio calcestruzzo, può essere ridotta sino al 50% della rigidezza dei corrispondenti elementi non fessurati, tenendo debitamente conto dello stato limite considerato e dell'influenza delle sollecitazioni assiali permanente”, mentre al paragrafo 7.8.5.1.2 per strutture in muratura: “Le rigidezze degli elementi murari devono essere calcolate considerando sia il contributo flessionale sia quello tagliante. L'utilizzo di rigidezze fessurate è da preferirsi; in assenza di valutazioni più accurate le rigidezze fessurate possono essere assunte pari alla metà di quelle non fessurate.”

Dovendo quindi valutare la variazione di rigidezza e resistenza sotto azioni orizzontali della parete in cui verrà realizzata la cerchiatura, è stata considerata la rigidezza in condizioni fessurate, ovvero sono i valori di E e G sono stati ridotti del 50%.

Discorso a parte va fatto per la *resistenza*, infatti, una volta ripristinata la rigidezza, sarebbe opportuno realizzare un rinforzo, il più resistente possibile; nello specifico si utilizzeranno le tensioni massime indicate nella tabella C8.5.1 senza dividerle per nessun coefficiente.

Pertanto, per le valutazioni sulla parete oggetto di nuove aperture sono stati utilizzati i seguenti parametri:

$$f_d = 43 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau_d = 1,3 \text{ daN/cm}^2$$

$$E = 7\,500 \text{ daN/cm}^2$$

$$G = 2\,500 \text{ daN/cm}^2$$

2. CALCESTRUZZO ALLEGGERITO TIPO LECA 1800

Resistenza caratteristica cilindrica:

$$f_{ck} = 41 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica cubica:

$$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$$

Peso specifico

$$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$$

Modulo elastico

$$E_{cm} = 25\,000 \text{ N/mm}^2$$

Fattore parziale del materiale:

$$\gamma_m = 1.5$$

Fattore riduttivo per resistenza di lunga durata:

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

Classe di esposizione

XC1

3. ACCIAIO B450C

Resistenza caratteristica a snervamento:

$$f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$$

Fattore parziale del materiale:

$$\gamma_m = 1.15$$

Resistenza di progetto

$$f_{yd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$$

Resistenza caratteristica a rottura:

$$f_{tk} = 5400 \text{ daN/cm}^2$$

Modulo elastico:

$$E = 2\,100\,000 \text{ daN/cm}^2$$

4. ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Acciaio S275

Resistenza caratteristica a snervamento

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

Fattore parziale del materiale

$$\gamma_m = 1.05$$

Resistenza di progetto

$$f_{yd} = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

Resistenza caratteristica a rottura

$$f_{tk} = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

5. SALDATURE

Le saldature dovranno avvenire secondo i procedimenti e metodi codificati nella norma UNI EN ISO 4063:2001; dovranno inoltre essere rispettate tutte le prescrizioni di cui al capitolo §. 11.3.4.5 delle NTC2018. Tutte le saldature dovranno, inoltre, essere conformi alla norma UNI EN 1011:2005. Per la preparazione dei lembi si applica la UNI EN ISO 96962-1:2005. Le saldature eseguite in opera dovranno essere almeno di II classe, quelle eseguite in officina di I classe, salvo diversa indicazione sugli elaborati grafici allegati.

6. BULLONI E DADI

Tipo classe 8.8

Resistenza caratteristica a snervamento

$$f_{yk} = 6400 \text{ daN/cm}^2$$

Fattore parziale del materiale

$$\gamma_{m0} = 1.25$$

Resistenza di progetto

$$f_{yd} = 5120 \text{ daN/cm}^2$$

Resistenza caratteristica a rottura

$$f_{tbk} = 8000 \text{ daN/cm}^2$$

7. LEGNO LAMELLARE

Prescrizioni Legno lamellare incollato di classe GL24h

Modulo elastico parallelo medio	E0,mean	= 11600	MPa
Modulo elastico ortogonale medio	E90,mean	= 390	MPa
Modulo elastico parallelo caratteristico	E0,05	= 9400	MPa
Modulo elastico tangenziale medio	Gmean	= 720	MPa
Massa volumica caratteristica	γ_k	= 3.80	kN/m3
Resistenza caratteristica a flessione	- $f_{m,k}$	= 24.00	MPa
Resistenza caratteristica a trazione parallela alla fibra	- $f_{t,0,k}$	= 16.50	MPa
Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare alla fibra	- $f_{t,90,k}$	= 0.40	MPa
Resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibra	- $f_{c,0,k}$	= 24.00	MPa
Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare alla fibra	- $f_{c,90,k}$	= 2.70	MPa
Resistenza caratteristica a taglio	- $f_{v,k}$	= 2.70	MPa
Valori caratteristici	Valori di progetto	$k_{mod,I}$ 0.90	$k_{mod,II}$ 0.60
$f_{m,k}$ [MPa] 24.00	$f_{m,d}$ [MPa] 14.90	9.93	Flessione
$f_{t,0,k}$ [MPa] 16.50	$f_{t,0,d}$ [MPa] 10.24	6.83	Trazione parallela alle fibre
$f_{t,90,k}$ [MPa] 0.40	$f_{t,90,d}$ [MPa] 0.25	0.17	Trazione ortogonale alle fibre
$f_{c,0,k}$ [MPa] 24.00	$f_{c,0,d}$ [MPa] 14.90	9.93	Compress. parallela alle fibre
$f_{c,90,k}$ [MPa] 2.70	$f_{c,90,d}$ [MPa] 1.68	1.12	Compress. ortogonale alle fibre
$f_{v,k}$ [MPa] 2.70	$f_{v,d}$ [MPa] 1.68	1.12	Taglio

8. MALTA STRUTTURALE PER RINFORZO

Tipo Geocalce G Antisismico della Kerakoll classe M15

Resistenza a taglio	> 1 N/mm ²	EN 1052-3
Adesione al supporto a 28 gg	> 1 N/mm ² – FP:B	EN 1015-12
Modulo elastico statico	9,23 GPa	EN 998-2
Conformità	classe di resistenza M15	EN 998-2
Resistenza a compressione	> 15 MPa (28 gg)	EN 12190
Resistenza a trazione per flessione	> 5 MPa (28 gg)	EN 196/1
Legame di aderenza	> 0,8 MPa (28 gg)	EN 1542
Adesione sul laterizio	> 1 MPa (28 gg)	EN 1015-12

Modulo elastico a compressione 9,23 GPa (28gg) EN 13412

9. RETE IN FIBRA DI BASALTO

Rete in fibra di basalto ed acciaio, tipo Geosteel Grid 200 della Kerakoll

Grammatura (g/m ²)	200 g/m ²
Dimensione delle maglie	17x17 mm
Resistenza a trazione della rete (kN/m)	40 kN/m
Allungamento a rottura (%)	1,52%
Peso rete apprettata	200 g/m ²
Resistenza alla trazione della rete	87 GPa

Caratteristiche tecniche del basalto:

Tensione caratteristica a trazione	> 3 000 MPa
Modulo elastico	> 87 MPa

Caratteristiche tecniche dell'acciaio inox AISI 304:

Tensione caratteristica a trazione	> 750 MPa
Modulo elastico	> 200 MPa

10. FIOCCHI IN FIBRA DI VETRO

Tipo MapeWrap G FIOCCO

Area equivalente di tessuto secco diametro 12 mm	28,87 mm ² ,
Modulo elastico	81 400 N/mm ²
Resistenza a trazione	2 290 N/mm ²
Allungamento a rottura	2,8 %

11. MALTA PER ALLETTAMENTO MURATURE ESISTENTIE E SCUCI E CUCI

Malta per muratura portante, per cuci e scuci, per allettamenti, per rinfranchi a prestazione garantita avente resistenza a compressione pari a 5 N/mm² (M5) per muratura conforme alla norma EN 998-8, classe M5.

12. CONNETTORI PER SOLAI

Tipo CTF 12/40 della Tecnaria

13. RESINA EPOSSIDICA

Tipo HIT-HY 270 della Hilti