

COMMITTENTE:

COMUNE DI PORTOMAGGIORE



LAVORI DI RESTAURO E RECUPERO DEL PICCOLO TEATRO DELLA CONCORDIA
Corso Vittorio Emanuele II, 52 - Portomaggiore (FE)

PROGETTO ESECUTIVO

Raggruppamento temporaneo di progettisti

Capogruppo, progetto architettonico, strutturale, impiantistico, sicurezza e prevenzione incendi:



Studio Berlucchi srl

Contrada Soncin Rotto 4 - 25122 Brescia

Tel: +39 030 291583 - E-mail: restauro@studioberlucchi.it

Ing. Nicola Berlucchi, Ing. Nicola Fumagalli, Arch. Samuele Ferlicca
Arch. Flavia Mainardi, Ing. Annacarla Tognoli, Ing. Mariana Napoli, Ing. Gemma Mininno
Consulente impianti: Ing. Raphael Caratti

Professionista scenotecnico:

Ing. Silvano Cova
Via Mancini 3 - Torino

Tecnico acustico:

Ing. Cesare Trebeschi
Via del Castello 1 - Brescia

Responsabile del procedimento:

Ing. Luisa Cesari

Timbro e firma del responsabile:

E						
D						
C						
B						
A						
-	07-2021	prima emissione	C236_PES_r02.doc	GM	NF	NB
	DATA	REVISIONE	NOME FILE	DIS.	CONTR.	APPR.

TITOLO:

PROGETTO STRUTTURALE
Relazione sui materiali

TIMBRO E FIRMA:

CODICE
COMMESSA

ELABORATO

PRATICA

PARTE

DISC. PROG.

NUMERO

REV.

SCALA:

-

C236

-

P

ES

r02

-

1 Premessa

La presente relazione è relativa al progetto esecutivo per i lavori di “RESTAURO E RECUPERO DEL PICCOLO TEATRO DELLA CONCORDIA” di Portomaggiore (FE) ed in particolare tratta della definizione dei materiali esistenti e dei materiali adottati nel progetto.

Sono state svolte due campagne diagnostiche per la caratterizzazione materica e meccanica dei materiali esistenti. I risultati sono riportati nelle relazioni specialistiche allegate al presente progetto. In base a quanto contenuto in tali relazioni, sono stati classificati i materiali esistenti.

2 Definizione dei materiali esistenti e dei materiali per i nuovi interventi

Come già riportato, sono state svolte due campagne diagnostiche per la caratterizzazione materica e meccanica dei materiali esistenti. I risultati sono riportati nelle relazioni specialistiche allegate al presente progetto. In base a quanto contenuto in tali relazioni, i materiali esistenti sono stati classificati come segue:

2.1 Materiali esistenti

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche della muratura, sulla base delle indagini svolte, si può con buona approssimazione ricondurre la muratura esistente alla tipologia “Muratura in mattoni pieni e malta di calce” prevista dalla Tabella C8.5.I. della Circolare 21/01/2019, di seguito riportata.

Tab. C.8.5.I della Circolare n.7/2019

Tipologia di muratura	f	τ_0	f_{v0}	E	G	w
	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(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

Avendo definito un livello di conoscenza LC2, sia per i valori medi delle resistenze che dei moduli elastici, si considerano la media degli intervalli delle caratteristiche meccaniche fornite dalla succitata tabella. Si riportano di seguito i valori dei parametri della muratura portante così definiti.

Muratura portante esistente in mattoni pieni e malta di calce

Resistenza media a compressione	$f_m = 3,4 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (tessitura regolare)	$f_{v0} = 0,09 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico normale	$E = 1500 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico tangenziale	$G = 500 \text{ N/mm}^2$

Nel modello di calcolo sono state attribuite le caratteristiche di muratura fessurata.

Legno massiccio per strutture esistenti Abete S2 (UNI 11035:2-2010):

Per la caratterizzazione delle strutture di legno e l'identificazione della specie legnosa si è fatto riferimento alla norma UNI 11119. Sulla base delle categorie in opera individuate tale norma fornisce i profili di resistenza in termini di tensioni ammissibili. Al fine di correlare le tensioni ammissibili con i valori caratteristici, necessari per le verifiche agli stati limite ultimi, si adotta la metodologia proposta dal documento ReLUI5-2014-PR4 "Linee guida ReLUI5 per la progettazione, esecuzione ed il controllo delle strutture di legno" - APPENDICE D "Strutture esistenti". Secondo tale procedura $f_k = \sigma_{amm} * \gamma_M * \gamma_{G;Q} / k_{mod}$ (con $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_{G;Q} = (1,3+1,5)/2 = 1,45$ e $k_{mod} = 0,8$). Sulla base di questo procedimento, si definiscono le seguenti classi di resistenza per le strutture esistenti per il legname di categoria I e categoria II rilevati durante le indagini.

Legno massiccio per strutture esistenti Abete S2 (UNI 11035:2-2010):

Resistenza a flessione (5-percentile)	$f_{m,0,k} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (5-percentile)	$F_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico parallelo alla fibratura	$E_{0mean} = 11800 \text{ N/mm}^2$
Modulo di taglio	$G_{mean} = 740 \text{ N/mm}^2$

Legno massiccio per strutture esistenti Abete S3 (UNI 11035:2-2010):

Resistenza a flessione (5-percentile)	$f_{m,0,k} = 18 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (5-percentile)	$F_{c,0,k} = 18 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico parallelo alla fibratura	$E_{0mean} = 10500 \text{ N/mm}^2$
Modulo di taglio	$G_{mean} = 660 \text{ N/mm}^2$

2.2 Materiali previsti dal progetto per gli interventi

I materiali previsti per gli interventi di consolidamento sono i seguenti:

Acciaio da carpenteria per strutture metalliche S275/S275H

Tensione di snervamento	$f_{y,k} = 275 \text{ N/mm}^2$
Tensione ultima	$f_{t,k} = 430 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Bulloni e viti in acciaio classe 8.8

Tensione di snervamento	$f_{y,b} = 649 \text{ N/mm}^2$
Tensione normale ammissibile	$f_{t,b} = 800 \text{ N/mm}^2$

Acciaio Inox AISI 304 (per gli elementi metallici inseriti nelle murature e all'esterno, per le barre di ancoraggio, piastre e capichiave)

Minimo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità	210 N/mm^2
Resistenza a trazione minima	$f_{t,b} = 520 \text{ N/mm}^2$

Acciaio da c.a (B450C)

Tensione di snervamento	$f_{y,k} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione ultima	$f_{t,k} = 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E = 200000 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo C12/15 (per magrone)

Resistenza cilindrica a compressione caratteristica	$f_{c,k} = 12 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cubica a compressione caratteristica	$R_{c,k} = 15 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo: C25/30 (per solette vespai - travi, cordoli e solette di fondazione – solette)

Resistenza cilindrica a compressione caratteristica	$f_{c,k} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cubica a compressione caratteristica	$R_{c,k} = 30 \text{ N/mm}^2$

Legno massiccio per nuove strutture: C24 (UNI EN 338)

Resistenza a flessione (5-percentile)	$f_{m,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (5 percentile)	$f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico parallelo alla fibratura	$E_{0mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$
Modulo di taglio	$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$

Legno massiccio per nuove strutture: C27 (UNI EN 338)

Resistenza a flessione (5-percentile)	$f_{m,0,k} = 27 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (5 percentile)	$f_{c,0,k} = 22 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico parallelo alla fibratura	$E_{0mean} = 12000 \text{ N/mm}^2$
Modulo di taglio	$G_{mean} = 750 \text{ N/mm}^2$

Muratura armata portante: Caratteristiche meccaniche blocchi

Percentuale di foratura	$\phi \leq 45\%$
Resistenza a compressione caratteristica blocco	$f_{bk} \geq 8 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano del muro	$f'_{bk} \geq 1.5 \text{ N/mm}^2$

Blocchi di laterizio pieni per chiusura vani

Resistenza a compressione caratteristica blocco	$f_{bk} = 30 \text{ N/mm}^2$
---	------------------------------

Malta per murature esistenti: M5

Resistenza a compressione caratteristica	$f_{mk} = 5 \text{ N/mm}^2$
--	-----------------------------

Malta per nuove murature armate: M10

Resistenza a compressione caratteristica	$f_{mk} = 10 \text{ N/mm}^2$
--	------------------------------

Inoltre è previsto l'impiego di:

- Boiacca per iniezioni di risarcitura delle lesioni e per inghisaggi a base di calce pozzolanica priva di cemento;
- Resine per inghisaggi tipo Hilti HIT-HY 270 o similare;
- Resine per inghisaggi tipo Hilti HIT-HY 170 o similari,
- Barre elicoidali $\phi 6$ per connessioni a secco, acciaio AISI 316 ad altissima resistenza.
- Rete bidirezionale per intonaci armati in fibra di basalto (densità 250 g/m^2 e maglia $6 \times 6 \text{ mm}$, resistenza a trazione $= 60 \text{ kN/m}$, allungamento a rottura $1,8 \%$)
- Lamine pultruse di carbonio per rinforzo gradini in pietra $f_{fk} = 2500 \text{ N/mm}^2$, $E = 205 \text{ GPa}$.