

# COMUNE DI PERUGIA

COMMITTENTE

FONDAZIONE ACCADEMIA DI BELLE ARTI  
"PIETRO VANNUCCI" PERUGIA

piazza San Francesco al Prato, 5  
06123 Perugia  
C.F. 80054290541

Il Presidente  
Avv. Mario Rampini

---

INTERVENTI DI RESTAURO E RISANAMENTO  
CONSERVATIVO NEL COMPLESSO DI SAN FRANCESCO  
AL PRATO PER LA TRASFORMAZIONE DEL DEPOSITO  
DELLE OPERE DELL'ACCADEMIA DI  
BELLE ARTI "PIETRO VANNUCCI" DI PERUGIA  
IN AULA POLIVALENTE

PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA

**RC**

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE DI CALCOLO

COORDINAMENTO GENERALE

dott. ing. Matteo Scoccia

PROGETTO ARCHITETTONICO

dott. arch. Cristina Passeri

dott. ing. Matteo Scoccia

PROGETTO STRUTTURALE

dott. ing. Andrea Ficara

PROGETTO IMPIANTI TERMOFLUIDICI

dott. ing. Mario Lucarelli

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

dott. ing. Marco Valigi

DATA luglio 2018

**APERTURA MURATURA IN LATERIZIO ARMATO****SITUAZIONE ATTUALE**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera				
fm	DaN/cm <sup>2</sup>	40,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm <sup>2</sup>	3,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm <sup>2</sup>	45000		tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm <sup>2</sup>	13500		tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m <sup>3</sup>	1200		tabella C8A.2.1	

## COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1,5	tabella C8A.2,2

## PARAMETRI MECCANICI CORRETTI

fm	DaN/cm <sup>2</sup>	44,4		
to	DaN/cm <sup>2</sup>	3,3		
E	DaN/cm <sup>2</sup>	25000		valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm <sup>2</sup>	7500		valore fessurato (G/2)
gamma_m		1		coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm <sup>2</sup>	44,44		
tod	DaN/cm <sup>2</sup>	3,33		

## Dati generali

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	167,5	30	330	l	1,50	44,44	3,333	25000	7500
Apertura									
Setto 2	167,5	30	330	l	1,50	44,44	3,333	25000	7500
<i>lunghezza totale</i>	<i>335</i>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	48301
Setto 2	48301
<i>Totale</i>	<i>96602</i>

**SITUAZIONE DI PROGETTO**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera				
fm	DaN/cm <sup>2</sup>	40,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm <sup>2</sup>	3,0		tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm <sup>2</sup>	45000		tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm <sup>2</sup>	13500		tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m <sup>3</sup>	1200		tabella C8A.2.1	

## COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1,5	tabella C8A,2,2
<b>PARAMETRI MECCANICI CORRETTI</b>			
fm	DaN/cm2	44,4	
tau0	DaN/cm2	3,3	
E	DaN/cm2	25000	valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm2	7500	valore fessurato (G/2)
gm		1	coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm2	44,44	
td	DaN/cm2	3,33	

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	115	30	330	I	1,50	44,44	3,333	25000	7500
Apertura	105								
Setto 2	115	30	330	I	1,50	44,44	3,333	25000	7500
<i>lunghezza totale</i>	<i>335</i>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	21363
Setto 2	21363
<i>Totale</i>	<i>42726</i>

**CONFRONTO FRA ATTUALE E PROGETTO**

Variazione di rigidezza		-53875	
Variazione % di rigidezza		-55,77%	<i>E' necessaria una cerchiatura</i>
Rigidezza da recuperare con la cerchiatura		-39385	
Larghezza dell'apertura	105 cm		
Altezza dell'apertura	210 cm		
Tipo di vincolo (ci,ii,si)	ii	incastro- incastro	coefficiente rigidezza
Es	2100000 DaN/cm2		12
J necessario	14474 cm4		
Tipo di acciaio	S 275		
ftk	4300 DaN/cm2		
gamma M	1,05		
Tipo di profilato (I, HA, HB)	I		
Numero di profilati	4		
Jnec	3619		
Profilato utilizzato	IPE 240		
Momento d'inerzia	3892		
Modulo W	324		
Momento ultimo	5307428,57 DaNcm		

**RIEPILOGO**

Rigidezza muratura	42726 DaN/cm	
Rigidezza telaio	42362 DaN/cm	39385

Rigidità totale	85088	DaN/cm
Variazione % di rigidità	-11,92%	

## Analisi dei carichi

Peso proprio	0	DaN/ml
Peso portato	960	DaN/ml
Carico variabile	330	DaN/ml
Peso proprio trave	150	DaN/ml
Coefficiente peso proprio	1,3	
Coefficiente peso portato	1,5	
Coefficiente carico variabile	1,5	
<b><math>\psi_2</math> riduzione carichi variabili</b>	0,3	
qd SLU	<b>2130</b>	DaN/ml
qd SLE	<b>1209</b>	DaN/ml

Lunghezza di calcolo trave	1,05	ml
Modulo di elasticità	2100000	DaN/cm <sup>2</sup>
Denominatore coeff. freccia	500	
Carico sull'intera trave	<b>2237</b>	DaN
Momento in mezzzeria	<b>294</b>	DaNm
Taglio max	<b>1.118</b>	DaN
Freccia massima consentita	<b>0,21</b>	cm

Momento di inerzia necessario **43** cm<sup>4</sup> per verificare la freccia

Tipo di acciaio	S275	
Tensione di snervamento	275	N/mm <sup>2</sup>
gamma <sub>M</sub>	1,05	
Tensione normale di calcolo	2619	DaN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale di calcolo	1512	DaN/cm <sup>2</sup>
Tipo di profilato (I,HA,HB)	i	
Numero di profilati	2	
Profilato utilizzato	<b>IPE 240</b>	
Momento d'inerzia	<b>3892</b>	
Modulo W	<b>324</b>	
Area a taglio	<b>8,90</b>	cm <sup>2</sup>
<b>VERIFICHE SLU</b>		
Sigma_max (mezzzeria)	<b>45,30</b>	DaN/cm <sup>2</sup> <b>VERIFICATO</b>
Tau_max (appoggio)	<b>62,79</b>	DaN/cm <sup>2</sup> <b>VERIFICATO</b>
<b>VERIFICHE SLE</b>		
freccia max	<b>0,00</b>	cm <b>VERIFICATO</b>

**APERTURA MURATURA IN PIETRA****SITUAZIONE ATTUALE**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera			
fm	DaN/cm <sup>2</sup>	24,0	tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm <sup>2</sup>	0,6	tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm <sup>2</sup>	15000	tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm <sup>2</sup>	5000	tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m <sup>3</sup>	1800	tabella C8A.2.1	

## COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1	tabella C8A,2,2

## PARAMETRI MECCANICI CORRETTI

fm	DaN/cm <sup>2</sup>	17,8	
to	DaN/cm <sup>2</sup>	0,4	
E	DaN/cm <sup>2</sup>	5556	valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm <sup>2</sup>	1852	valore fessurato (G/2)
gamma_m		1	coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm <sup>2</sup>	17,78	
tod	DaN/cm <sup>2</sup>	0,44	

## Dati generali

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	188,5	25	330	l	1,50	17,78	0,444	5556	1852
Apertura									
Setto 2	188,5	25	330	l	1,50	17,78	0,444	5556	1852
<i>lunghezza totale</i>	<i>377</i>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	11904
Setto 2	11904
<i>Totale</i>	<i>23807</i>

**SITUAZIONE DI PROGETTO**

## PARAMETRI MECCANICI MURATURA

TIPOLOGIA	Muratura a conci di pietra tenera			
fm	DaN/cm <sup>2</sup>	24,0	tabella C8A.2.1	valore minimo
to	DaN/cm <sup>2</sup>	0,6	tabella C8A.2.1	valore minimo
E	DaN/cm <sup>2</sup>	15000	tabella C8A.2.1	valore medio
G	DaN/cm <sup>2</sup>	5000	tabella C8A.2.1	valore medio
w	DaN/m <sup>3</sup>	1800	tabella C8A.2.1	

COEFFICIENTI CORRETTIVI

livello conoscenza	FC	1,35	tabella C8A.1.1
coefficiente correttivo		1	tabella C8A,2,2

PARAMETRI MECCANICI CORRETTI

fm	DaN/cm2	17,8	
tau0	DaN/cm2	0,4	
E	DaN/cm2	5556	valore fessurato ( E/2)
G	DaN/cm2	1852	valore fessurato (G/2)
gm		1	coefficiente di riduzione = 1 per calcolo non lineare
fd	DaN/cm2	17,78	
td	DaN/cm2	0,44	

Setto	l	t	h	Vinc. (i/m)	b	fd	tod	E	G
Setto 1	134	25	330	I	1,50	17,78	0,444	5556	1852
Apertura	105								
Setto 2	154	25	330	I	1,50	17,78	0,444	5556	1852
<i>lunghezza totale</i>	<i>393</i>								

Setto	Rigidezza
Setto 1	5835
Setto 2	7912
<i>Totale</i>	<i>13747</i>

CONFRONTO FRA ATTUALE E PROGETTO

Variazione di rigidezza		-10060	
Variazione % di rigidezza		-42,25%	<i>E' necessaria una cerchiatura</i>
Rigidezza da recuperare con la cerchiatura		-6488,6	
Larghezza dell'apertura	105	cm	
Altezza dell'apertura	250	cm	
Tipo di vincolo (ci,ii,si)	ii	incastro- incastro	coefficiente rigidezza
Es	2100000	DaN/cm2	12
J necessario	4023	cm4	
Tipo di acciaio	S 275		
ftk	4300	DaN/cm2	
gamma M	1,05		
Tipo di profilato (I, HA, HB)	I		
Numero di profilati	4		
Jnec	1006		
Profilato utilizzato	IPE 180		
Momento d'inerzia	1317		
Modulo W	146		
Momento ultimo	2391619,05	DaNcm	

RIEPILOGO

Rigidezza muratura	13747	DaN/cm
--------------------	-------	--------

Rigidità telaio	8496	DaN/cm	6489
Rigidità totale	22244	DaN/cm	
Variazione % di rigidità	-6,57%		

## Analisi dei carichi

Peso proprio	0	DaN/ml
Peso portato	1500	DaN/ml
Carico variabile	450	DaN/ml
Peso proprio trave	150	DaN/ml
Coefficiente peso proprio	1,3	
Coefficiente peso portato	1,5	
Coefficiente carico variabile	1,5	
<b><math>\psi_2</math> riduzione carichi variabili</b>	<b>0,3</b>	
qd SLU	<b>3120</b>	DaN/ml
qd SLE	<b>1785</b>	DaN/ml

Lunghezza di calcolo trave	1,05	ml
Modulo di elasticità	2100000	DaN/cm <sup>2</sup>
Denominatore coeff. freccia	500	
Carico sull'intera trave	<b>3276</b>	DaN
Momento in mezzzeria	<b>430</b>	DaNm
Taglio max	<b>1.638</b>	DaN
Freccia massima consentita	<b>0,21</b>	cm

Momento di inerzia necessario **64** cm<sup>4</sup> per verificare la freccia

Tipo di acciaio	S275	
Tensione di snervamento	275	N/mm <sup>2</sup>
gamma <sub>M</sub>	1,05	
Tensione normale di calcolo	2619	DaN/cm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale di calcolo	1512	DaN/cm <sup>2</sup>
Tipo di profilato (I,HA,HB)	i	
Numero di profilati	2	
Profilato utilizzato	<b>IPE 180</b>	
Momento d'inerzia	<b>1317</b>	
Modulo W	<b>146</b>	
Area a taglio	<b>8,90</b>	cm <sup>2</sup>
<b>VERIFICHE SLU</b>		
Sigma_max (mezzzeria)	<b>147,25</b>	DaN/cm <sup>2</sup> <b>VERIFICATO</b>
Tau_max (appoggio)	<b>91,98</b>	DaN/cm <sup>2</sup> <b>VERIFICATO</b>
<b>VERIFICHE SLE</b>		
freccia max	<b>0,01</b>	cm <b>VERIFICATO</b>

**Il progettista delle strutture**

**Il direttore lavori**