



COMUNE DI MONTEGRANARO

(Provincia di Fermo)

MIGLIORAMENTO SISMICO SCUOLA SANTA MARIA

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. Alteriano Renzi

via A. Moro, 4
63844 Grottazzolina
tel 0734-631859
fax 0734-632509
renzialteriano@studiorenzei.info www.studiorenzei.info
alteriano.renzi@ingpec.eu

IL SINDACO

IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

PROGETTO ESECUTIVO

DATA: FEBBRAIO 2016

OGGETTO:
VERIFICA REQUISITI MINIMI
PARAMETRI ENERGETICI
DELL'EDIFICIO

Relazione

La scuola elementare Santa Maria, si trova in via dell'Ospedale, ad ovest del centro cittadino.

E' ubicata all'interno di un complesso immobiliare nel quale si trovano la scuola elementare (piani terra e primo), la scuola materna (piano S1), un Auditorium e, su corpi di fabbrica separati ed autonomi, anche una palestra ed alcuni appartamenti.

Il progetto prevede il miglioramento del comportamento strutturale dell'edificio in cui si trova la scuola.

Oltre agli interventi strutturali, è prevista inoltre la realizzazione di un cappotto termico esterno su tutte le chiusure opache verticali della scuola e la sostituzione di alcuni infissi esterni in corrispondenza delle pareti interessate dagli interventi strutturali.

L'intervento ricade in quelli di "Ristrutturazione importante di secondo livello" così come definiti al paragrafo 1.4.1 comma 3 lett. B del D. M. 26/06/2015 "Requisiti minimi".

Come previsto dai capitoli 4 e 5 dello stesso D.M., la presente relazione contiene la verifica di due parametri:

- Valore di trasmittanza termica (U) per le strutture opache verticali delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, che deve essere inferiore o uguale a quello riportato, in funzione della fascia climatica di riferimento, nella Tabella 1 dell'Appendice B al D.M.
- Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'_T , determinato per l'intera porzione dell'involucro oggetto dell'intervento, comprensiva di tutti i componenti su cui si è intervenuto, che deve risultare inferiore al pertinente valore limite riportato nella quarta riga della Tabella 10, Appendice A, per la specifica categoria di edificio.

PARAMETRI DI BASE PER LE VERIFICHE

Categoria di Edificio

E.7 – Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Dati Climatici

Comune di Montegranaro

Zona Climatica: D

Temperatura esterna di progetto: $-1,8^{\circ}\text{C}$

Temperatura Estiva: $31,4^{\circ}\text{C}$

Rapporto S/V = 0,36

VERIFICHE

Trasmittanza

L'intervento prevede la realizzazione di un cappotto termico sul lato esterno della tamponatura dell'edificio.

La parete esterna, allo stato attuale, risulta composta dalla seguente successione stratigrafica (in ordine, dal lato interno al lato esterno):

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1. Intonaco interno | s= 2 cm |
| 2. Mattone forato | s= 8 cm |
| 3. Intercapedine | s= 15 cm circa |
| 4. Mattone Forato | s= 12 cm |
| 5. Intonaco esterno | s= 2 cm |

Il progetto prevede la realizzazione di un cappotto esterno in polistirene, con la seguente stratigrafia finale:

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1. Intonaco interno | s= 2 cm |
| 2. Mattone forato | s= 8 cm |
| 3. Intercapedine | s= 15 cm circa |
| 4. Mattone Forato | s= 12 cm |
| 5. Intonaco esterno | s= 2 cm |
| 6. Pannello in Polistirene | s= 8 cm |

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo della trasmittanza della parete di progetto e la tabella contenente i limiti di legge da rispettare per la specifica zona climatica.

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

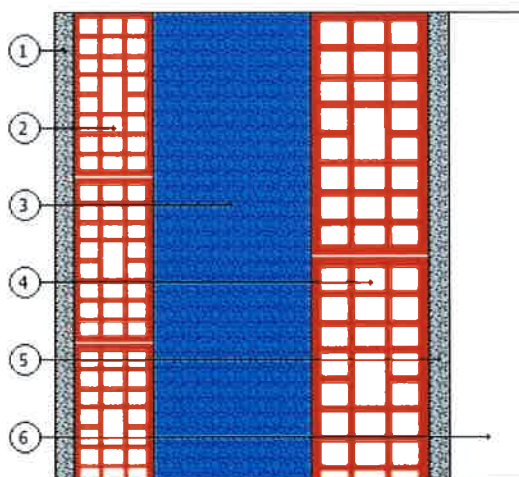
Parete Esterna Scuola Santa Maria con Intervento

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
2	Mattoni forati (800 kg/m ³) spessore 80	8,0		5,000	800	27,571	0,200
3	Intercapedine d'aria 25-300	16,3		5,556	1	193	0,180
4	Mattoni forati (800 kg/m ³) spessore 120	12,0		3,226	800	27,571	0,310
5	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	8,773	0,022
6	Pannelli in polistirene con grafite	8,0	0,032		30	3,86	2,500
Spessore totale		48,3					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040
Resistenza termica totale	3,411

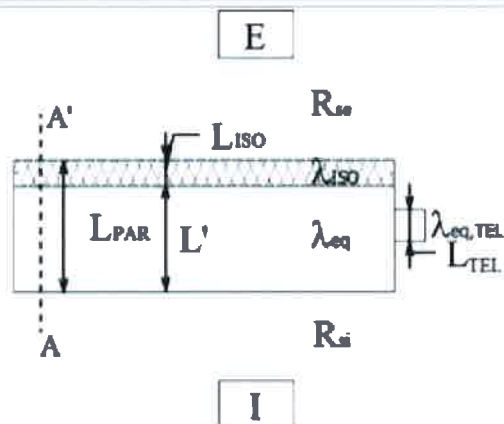
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,293
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,040
Sfasamento [h]	10,75
Smorzamento	0,135
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	51,209

Massa superficiale: 162,600 kg/m²



VALUTAZIONE PONTE TERMICO INFISSI

Codice	Descrizione
SER.001	Serramento in mezzeria su parete isolata all'esterno



 **Trasmittanze termiche note**

Conducibilità		Dimensioni		Resistenze superficiali	
λ_{TEL}	2,500 W/mK	L_{TEL}	0,070 m	R_{si}	0,130 m ² K/W
λ_{eq}	0,440 W/mK	L_{ISO}	0,080 m	R_{se}	0,040 m ² K/W
λ_{ISO}	0,040 W/mK	L'	0,400 m	Trasmittanze termiche	
ψ_1	0,217 W/mK			U_{TEL}	5,051 W/m ² K
ψ_2	0,284 W/mK			U_{PARI}	0,325 W/m ² K

Trasmittanza lineica interna	0,276	W/mK
Trasmittanza lineica esterna	0,276	W/mK

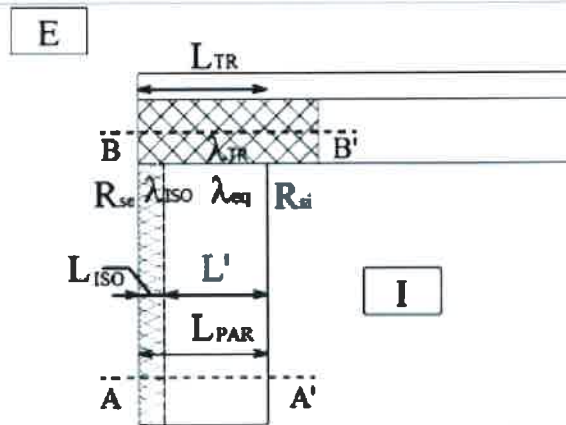
VALUTAZIONE PONTE TERMICO SOLAIO

Codice

COP.001

Descrizione

Parete isolata all'esterno con copertura non isolata e trave non isolata



☒ Trasmittanze termiche note

Conducibilità

λ_{eq}

0,440 W/mK

Trasmittanze termiche

U_{TR}

2,900 W/m²K

U_{PAR}

0,293 W/m²K

U''

9,898

Trasmittanza
lineica interna

0,759 W/mK

Trasmittanza
lineica esterna

-0,279 W/mK

Valutazione trasmittanza media della parete

Come previsto dal punto 4 del paragrafo 1.1 Appendice B del D.M. 26/06/2015, il valore di trasmittanza da confrontare con il limite di legge deve essere il valore mediato tra quello della parete e quello dovuto ai ponti termici lineari degli infissi e di metà del ponte termico dovuto al perimetro della superficie in oggetto di riqualificazione.

In particolare il valore medio risulta:

$$\frac{0,293 \frac{W}{mqK} \cdot 1350 mq + 0,276 \frac{W}{mK} \cdot 543 m + 0,759 \frac{W}{mK} \cdot \left(\frac{144 m \cdot 2}{2} \right)}{(1350 mq + 543 mq)} = 0,345 \frac{W}{mqK}$$

Il valore di riferimento da norma è riportato all'interno della Tabella 1 paragrafo 1.1 Appendice B D.M. 26/06/2015:

Tabella 1- Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

Pertanto la verifica richiesta da norma, limitatamente al componente edilizio oggetto di intervento è la seguente:

<u>Valore trasmittanza di progetto</u>		<u>Valore trasmittanza limite di legge</u>
0,345 W/mqK	<	0,360 W/mqK

Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione

Il Coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'_T , viene calcolato con la seguente equazione (Capitolo 2 allegato A al D.M. 26/06/2015 – Requisiti Minimi):

$$H'_T = H_{tr,adj} / \sum_k A_k [W/m^2K]$$

$H_{tr,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro calcolato con la UNI/TS 11300-1 (W/K);

A_k è la superficie del k -esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro (m^2).

La norma UNI 11300-1:2014, al capitolo 5.2.1, definisce $H_{tr,adj}$ con la seguente equazione:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

dove:

H_D è il coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno, espresso in W/K;

H_g è il coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno, espresso in W/K;

H_U è il coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati, espresso in W/K;

H_A è il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa, espresso in W/K; in genere si considera solo lo scambio di energia termica verso zone climatizzate di altri edifici e non verso le zone termiche dell'edificio stesso (calcolo con zone termiche non accoppiate);

Nel caso specifico il progetto prevede il trattamento di tutta la superficie opaca verticale della parete esterna e la sostituzione di alcuni infissi (quelli presenti all'interno delle pareti esterne oggetto di demolizione per i lavori di miglioramento sismico), pertanto l'unico termine dell'equazione che concorrerà alla determinazione di $H_{tr,adj}$ sarà H_D .

In particolare il calcolo di H_D è effettuato secondo le indicazioni contenute nella UNI EN ISO 13789:2008, con la seguente formulazione:

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k L_k \Psi_k + \sum_j X_j$$

U_i = *trasmissione termica* dell'i-esimo *componente* (opaco o trasparente) dell'involucro edilizio confinante con l'esterno [W/m²K]
 A_i = area caratterizzata dalla trasmissione U_i [m²]
 Ψ_k = *trasmissione termica lineica* (o lineare) del k-esimo *ponte termico* lineare confinante con l'esterno [W/mK]
 L_k = lunghezza lungo cui si applica la trasmissione Ψ_k [m]
 X_j = *trasmissione termica puntuale* del j-esimo *ponte termico puntuale* confinante con l'esterno [W/K] (termine trascurabile)

Pertanto con i seguenti dati di progetto:

- Superficie tamponamento esterno: 1350 mq circa
- Trasmissione parete esterna post-intervento: 0,293 W/mqK
- Superficie infissi sostituiti: 55 mq circa
- Trasmissione nuovi infissi: 2,1 W/mqK circa

Il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso l'esterno H_D , risulta:

$$H_D = 1350 \text{ mq} \cdot 0,29 \text{ W/mqK} + 55 \text{ mq} \cdot 2,1 \text{ W/mqK} = 507 \text{ W/K}$$

Considerando, per quanto sopra, che

$$H_{tr,adj} = H_D$$

e pertanto

$$H'_T = \frac{H_D}{\sum A_i}$$

Il coefficiente di scambio termico globale è pari a:

$$H'_T = \frac{507 \text{ W/K}}{(1350 \text{ mq} + 55 \text{ mq})} = 0,36 \frac{\text{W}}{\text{mqK}}$$

Il valore da rispettare è descritto all'interno della Tabella 10 – Allegato A al D.M.

26/06/2015:

Tabella 10 - Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico H'_T (W/m²°K)

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
Numero Riga	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
4	Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

Pertanto risulta rispettato il limite previsto per il coefficiente globale di scambio termico nella situazione post – progettuale:

<u>Valore H'_T di progetto</u>		<u>Valore H'_T di legge</u>
0,36 W/mqK	<	0,64 W/mqK

CONCLUSIONI

Alla luce di quanto esposto sopra, i requisiti minimi di legge richiesti nel D.M. 26/06/2015 per gli interventi di Ristrutturazione importante di secondo livello previsti dal progetto, risultano sostanzialmente rispettati.

Il tecnico

