

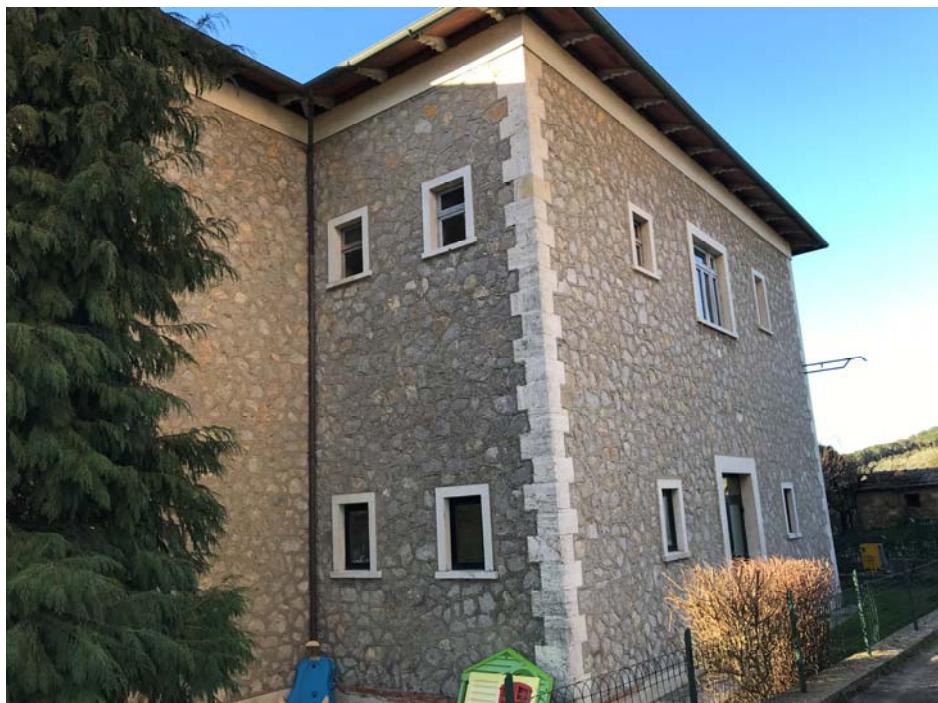
STUDIO TECNICO
ING. GIOVANNI-LUCA GIANNUZZI



COMUNE DI TREQUANDA

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA DI PETROIO,
UBICATA IN LOC. PETROIO, VIA SALIMBENI- COMUNE DI TREQUANDA (SI)
Progetto Esecutivo

RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA



Siena, Marzo 2018

INGEGNERI PROV.
IL TECNICO
GIOVANNI LUCA GIANNUZZI
Ing. Giovanni-Luca Giannuzzi
A handwritten signature in black ink, appearing to read "GL Giannuzzi".

INDICE

1	INFORMAZIONI GENERALI.....	3
2	STATO ATTUALE (ANTE).....	4
2.1	CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (ANTE).....	4
2.2	ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (ANTE)	7
3	STATO MODIFICATO (POST).....	8
3.1	CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (POST).....	8
3.2	ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (POST)	11
4	CONFRONTO	12
5	DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA.....	13

1 INFORMAZIONI GENERALI

Si riportano di seguito le informazioni generali necessarie per procedere alle verifiche del consumo energetico dell'edificio:

- *Ubicazione:* Comune di TREQUANDA (SI)
- *Intervento relativo a:* "Ristrutturazione importante di 2° livello".
- *Classificazione dell'edificio,* in base alla categoria di cui all'art.3 del D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive modifiche ed integrazioni: Scuola- E7;
- L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, ai fini dell'art.5, comma 15, del D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive modifiche ed integrazioni (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'Allegato I, comma 14 del decreto legislativo.
- I gradi giorno del Comune dell'intervento sono 2115 GG, determinati in base al D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive modifiche ed integrazioni.
- La Zona climatica in cui ricade l'opera in oggetto è "E", pertanto il periodo di riscaldamento previsto per legge è di giorni 183 e precisamente dal 15/10 al 15/4..
- La temperatura minima di progetto dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti è di -2.66 °C.
- Le temperature medie mensili determinate in base alla norma UNI 10349 sono le seguenti:

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
3.7	4.4	7.8	12.2	15.5	19.0	22.2	21.4	17.5	12.6	8.5	5.3

- Le Umidità Relative medie mensili esterne determinate in base alla norma UNI 10349 sono le seguenti:

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
92.6	83.8	79.7	79.3	72.0	74.4	52.4	70.4	75.1	88.4	90.8	98.2

2 STATO ATTUALE (ANTE)

Si riportano di seguito i risultati della diagnosi energetica dell'edificio scolastico in oggetto.

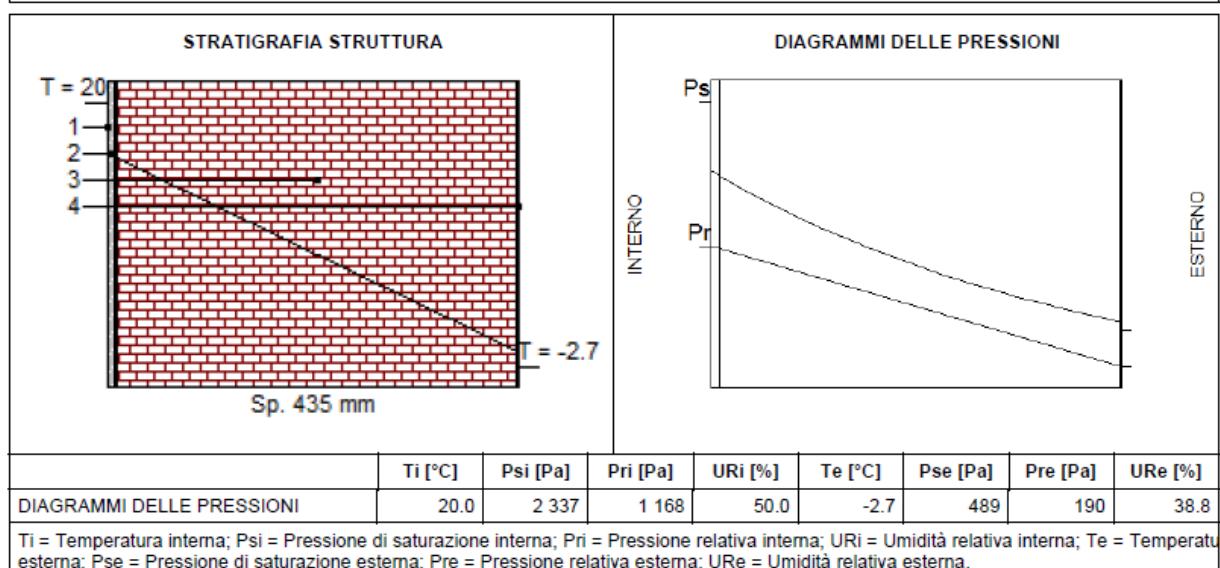
2.1 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (ANTE)

Il fabbricato presenta elevate criticità dal punto di vista dell'efficienza energetica, soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche di performance termica (chiusure opache e chiusure trasparenti). Le pareti perimetrali sono in muratura, gli infissi sono senza taglio termico e con vetro singolo, la copertura in latero-cemento.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI

Codice Struttura: C073-ANTE
Descrizione Struttura: C073 Ante -Muratura originaria

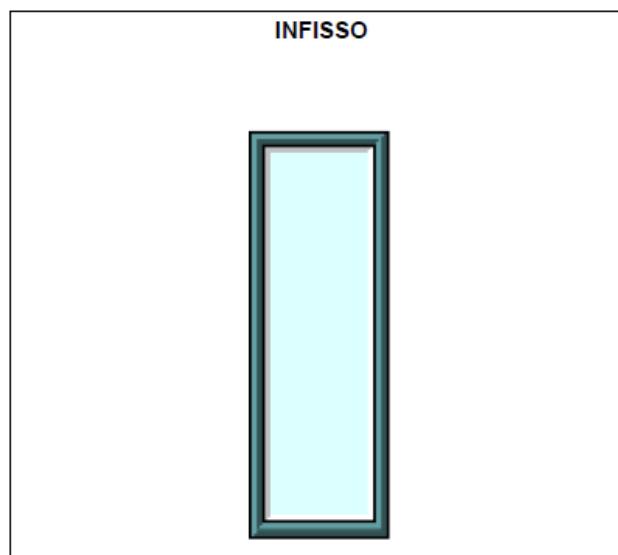
N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m ² K]	M.S. [kg/m ²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m ² K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	10	0.700	70.000	14.00	18.000	1000	0.014
3	Blocchi pietrame spessore 425	425		2.000	765.00	20.570	840	0.500
4	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 0.684 m ² K/W						TRASMITTANZA = 1.462 W/m ² K		
SPESSORE = 435 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 65.336 kJ/m ² K					MASSA SUPERFICIALE = 765 kg/m ²	
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.21 W/m ² K			FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.15				SFASAMENTO = 12.85 h	
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7969								



CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: C073 Finestra ANTE
Descrizione Struttura: C073-ANTE Finestra senza taglio termico e vetro singolo
Dimensioni: L = 0.60 m; H = 1.00 m

SERRAMENTO SINGOLO								
DESCRIZIONE	Ag [m ²]	Af [m ²]	Lg [m]	Ug [W/m ² K]	Uf [W/m ² K]	kI [W/mK]	Uw [W/m ² K]	Fg [-]
INFISSO	0.422	0.178	2.720	5.751	2.541	0.000	4.801	0.85
Ponte Termico Infisso-Parete: = 0 [W/mK]								
Fonte - Uf: da Normativa; Ug: da Normativa								
Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kI = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale.								



COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO	0.2960
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	0.130 m ² K/W
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	0.040 m ² K/W
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	7.700 W/m ² K
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	25.000 W/m ² K
RESISTENZA TERMICA TOTALE	0.208 m ² K/W
TRASMITTANZA TOTALE	4.801 W/m ² K
TRASMITTANZA VETRO TOTALE	5.751 W/m ² K

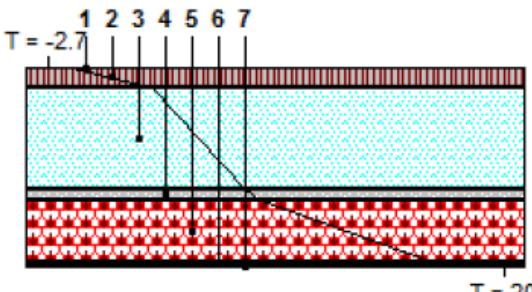
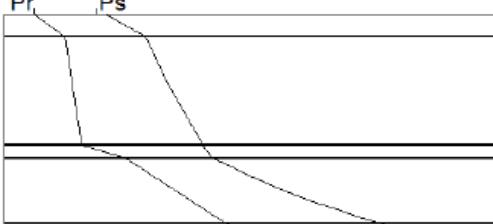
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: C073-ANTE cop

Descrizione Struttura: C073 ANTE - Solaio di copertura con sottotetto

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m ² K]	M.S. [kg/m ²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m ² K/W]	
1	Adduttanza Superiore	0		25.000			0	0.040	
2	Tavellone per strutture orizzontali (250*60*1200) spessore 60	60		7.143	37.00	20.570	840	0.140	
3	Strato d'aria orizzontale (flusso ASCENDENTE) da 30 cm	300	1.875	6.250	0.39	193.000	1008	0.160	
4	Malta di cemento.	35	1.400	40.000	70.00	8.500	1000	0.025	
5	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 180	180		3.333	171.00	19.000	840	0.300	
6	Intonaco di calce e gesso.	15	0.700	46.667	21.00	18.000	1000	0.021	
7	Adduttanza Inferiore	0		10.000			0	0.100	
RESISTENZA = 0.786 m ² K/W					TRASMITTANZA = 1.272 W/m ² K				
SPESORE = 590 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA = 64.517 kJ/m ² K				MASSA SUPERFICIALE = 278 kg/m ²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.46 W/m ² K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.37				SFASAMENTO = 7.80 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7969									

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..

STRATIGRAFIA STRUTTURA		DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI						
								
								
	Ts [°C]	Pss [Pa]	Prs [Pa]	URs [%]	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URI [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	-2.7	489	190	38.8	20.0	2 337	1 168	50.0

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URI = Umidità inferiore.

2.2 ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (ANTE)

EoDc: Petroio (C073)-ANTE

Edificio Pubblico o ad uso Pubblico	
Volume lordo	1 763.85 m ³
Superficie linda disperdente (1)	941.91 m ²
Rapporto di Forma S/N	0.53 1/m
Volume netto	1 244.27 m ³
Superficie netta calpestabile	311.07 m ²
Altezza netta media	4.00 m
Superficie linda disperdente delle Vetrate	50.38 m ²
Capacità Termica totale	84 254.16 kJ/K
Periodo di riscaldamento	15 ott - 15 apr
Periodo di riscaldamento della Centrale Termica di riferimento	15 ott - 15 apr
Periodo di raffrescamento	3 lug - 23 ago
Periodo di raffrescamento della Centrale Termica di riferimento	3 lug - 23 ago

(1) Superficie linda disperdente = superficie che delimita il volume lordo riscaldato verso l'esterno e verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento

Centrale Termica: Centrale Termica

Zona	Impianto	Tipologia impianto
Aule scuola Materna	PRINCIPALE	Riscaldamento
Affollamento raro	PRINCIPALE	Riscaldamento

Risultati

Durata del periodo di riscaldamento	183 G
Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento	59 033.15 kWh
Fabbisogno di Energia Primaria per il Riscaldamento	76 804.98 kWh
Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di Riscaldamento	220.76 kWh
Durata del periodo di raffrescamento	52 G
Fabbisogno di Energia Utile per Raffrescamento (solo involucro)	-1 209.86 kWh
Fabbisogno di Energia Termica per ACS	52.65 kWh

Calcolo di Potenza

Temperatura Esterna di Progetto	-2.66 °C
Dispersione MASSIMA per Trasmissione	27.08 kW
Dispersione MASSIMA per Ventilazione	9.59 kW
Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa)	44.13 kW

Dati Prestazione Energetica per la Certificazione

Indice di prestazione termica utile per raffrescamento	3.889 kWh/m ² .anno
Indice di prestazione termica utile per riscaldamento	189.776 kWh/m ² .anno
Indice di Prestazione Energetica per RISCALDAMENTO - EPi	246.907 kWh/m ² .anno
Indice di Prestazione Energetica per ACS - EPacs (calcolo convenzionale)	0.299 kWh/m ² .anno
Classe Energetica Globale dell' EOdc	G

Tabella riepilogativa dei dati energetici principali

STATO ATTUALE	
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento - QPh	76.804,98 (kWh/anno)
EPi (indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale)	246,91 (kWh/ m ² .anno)
Classe Energetica Globale	G

3 STATO MODIFICATO (POST)

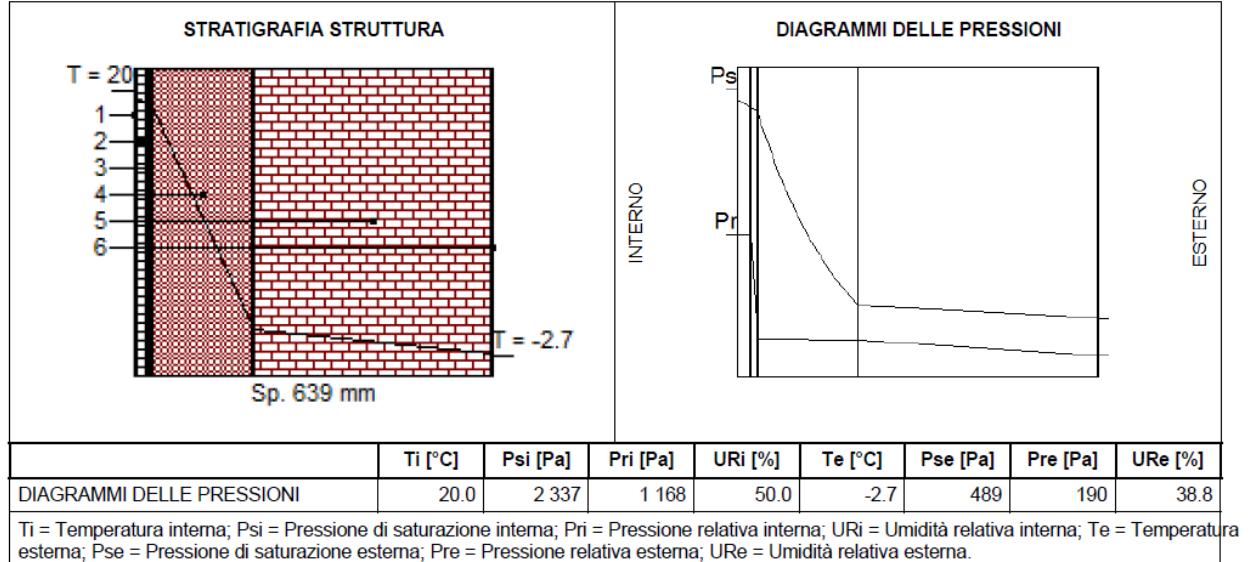
L'edificio è attualmente riscaldato da una caldaia a metano, non oggetto di sostituzione. Gli interventi in progetto mirano ad una riduzione di Epi – involucro, mediante cappotto interno, isolamento solaio di sottotetto ed installazione di infissi a taglio termico e vetrocamera basso-emissivo.

3.1 CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DISPERDENTI (POST)

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

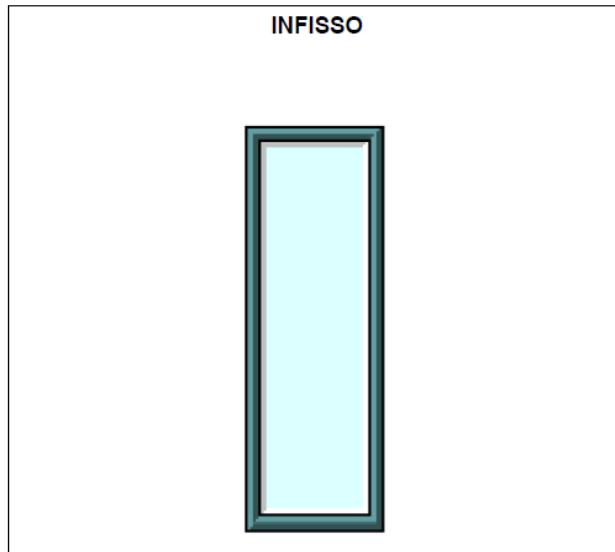
Codice Struttura: C073 POST
Descrizione Struttura: C073Post-Controparete isolata

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m ² K]	M.S. [kg/m ²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m ² K/W]		
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130		
2	Cartongesso in lastre	24	0.210	8.750	21.60	23.000	1000	0.114		
3	Cartone bitumato.	10	0.230	23.000	11.00	0.075	1000	0.043		
4	Pannello isolante in fibra di vetro ISHOLmineral 35	180	0.040	0.224	5.40	193.000	1000	4.467		
5	Blocchi pietrame spessore 425	425		2.000	765.00	20.570	840	0.500		
6	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040		
RESISTENZA = 5.294 m ² K/W						TRASMITTANZA = 0.189 W/m ² K				
SPESSORE = 639 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 29.657 kJ/m ² K					MASSA SUPERFICIALE = 803 kg/m ²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m ² K		FASSAMENTO = 16.81 h					SFASAMENTO = 0.05			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7969										
s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10 ¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..										



Codice Struttura: C073 Finestra POST
Descrizione Struttura: C073-POST Finestra a termico e vetrocamera
Dimensioni: L = 0.60 m; H = 1.00 m

S E R R A M E N T O S I N G O L O								
DESCRIZIONE	Ag [m ²]	Af [m ²]	Lg [m]	Ug [W/m ² K]	Uf [W/m ² K]	kI [W/mK]	Uw [W/m ² K]	Fg [-]
INFISSO	0.422	0.178	2.720	0.600	1.280	0.110	1.300	0.50
Ponte Termico Infisso-Parete: = 0 [W/mK]								
Fonte - Uf: fornita dal Produttore; Ug: fornita dal Produttore								
Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kI = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale.								



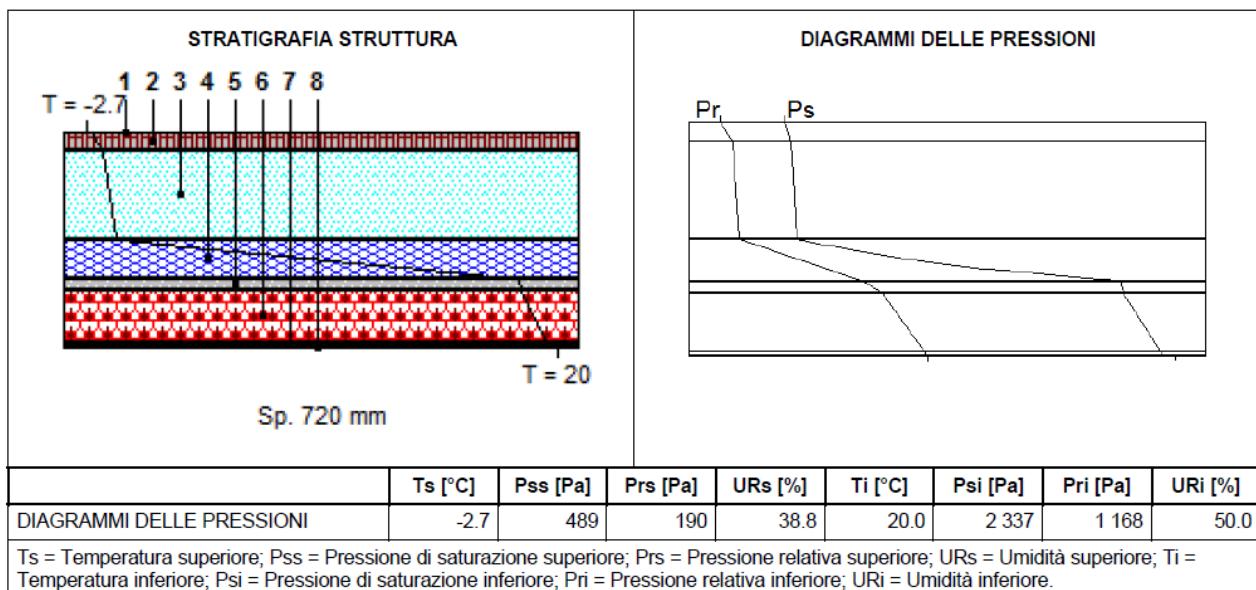
COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO	0.2960
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	0.130 m ² K/W
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	0.040 m ² K/W
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	7.700 W/m ² K
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	25.000 W/m ² K
RESISTENZA TERMICA TOTALE	0.769 m ² K/W
TRASMITTANZA TOTALE	1.300 W/m ² K
TRASMITTANZA VETRO TOTALE	0.600 W/m ² K

Codice Struttura: C073-POST cop

Descrizione Struttura: C073 POST - Solaio di copertura con sottotetto isolato

N.	DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m ² K]	M.S. [kg/m ²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m ² K/W]		
1	Adduttanza Superiore	0		25.000			0	0.040		
2	Tavellone per strutture orizzontali (250*60*1200) spessore 60	60		7.143	37.00	20.570	840	0.140		
3	Strato d'aria orizzontale (flusso ASCENDENTE) da 30 cm	300	1.875	6.250	0.39	193.000	1008	0.160		
4	Poluiretani espansi in situ - mv.37	130	0.029	0.221	4.81	4.690	1600	4.530		
5	Malta di cemento.	35	1.400	40.000	70.00	8.500	1000	0.025		
6	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 180	180		3.333	171.00	19.000	840	0.300		
7	Itonaco di calce e gesso.	15	0.700	46.667	21.00	18.000	1000	0.021		
8	Adduttanza Inferiore	0		10.000			0	0.100		
RESISTENZA = 5.316 m ² K/W						TRASMITTANZA = 0.188 W/m ² K				
SPESORE = 720 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA = 59.970 kJ/m ² K					MASSA SUPERFICIALE = 283 kg/m ²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.04 W/m ² K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.20				SFASAMENTO = 10.69 h				
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.7969										

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



3.2 ELABORAZIONE DATI E RISULTATI (POST)

EOdC: Petroio (C073)-POST

Edificio Pubblico o ad uso Pubblico	
Volume lordo	1 788.92 m ³
Superficie linda disperdente (1)	950.44 m ²
Rapporto di Forma S/V	0.53 1/m
Volume netto	1 244.27 m ³
Superficie netta calpestabile	311.07 m ²
Altezza netta media	4.00 m
Superficie linda disperdente delle Vetrare	50.38 m ²
Capacità Termica totale	74 407.94 kJ/K
Periodo di riscaldamento	15 ott - 15 apr
Periodo di riscaldamento della Centrale Termica di riferimento	15 ott - 15 apr
Periodo di raffrescamento	15 giu - 14 set
Periodo di raffrescamento della Centrale Termica di riferimento	15 giu - 14 set

(1) Superficie linda disperdente = superficie che delimita il volume lordo riscaldato verso l'esterno e verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento

Centrale Termica: Centrale Termica

Zona	Impianto	Tipologia impianto
Aule scuola Materna	PRINCIPALE	Riscaldamento
Affollamento raro	PRINCIPALE	Riscaldamento

Risultati

Durata del periodo di riscaldamento	183 G
Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento	25 497.50 kWh
Fabbisogno di Energia Primaria per il Riscaldamento	37 773.28 kWh
Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di Riscaldamento	87.69 kWh
Durata del periodo di raffrescamento	92 G
Fabbisogno di Energia Utile per Raffrescamento (solo involucro)	-1 371.93 kWh
Fabbisogno di Energia Termica per ACS	52.65 kWh

Calcolo di Potenza

Temperatura Esterna di Progetto	-2.66 °C
Dispersione MASSIMA per Trasmissione	9.95 kW
Dispersione MASSIMA per Ventilazione	9.59 kW
Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa)	27.01 kW

Dati Prestazione Energetica per la Certificazione

Indice di prestazione termica utile per raffrescamento	4.410 kWh/m ² anno
Indice di prestazione termica utile per riscaldamento	81.968 kWh/m ² anno
Indice di Prestazione Energetica per RISCALDAMENTO - EPi	121.431 kWh/m ² anno
Indice di Prestazione Energetica per ACS - EPacs (calcolo convenzionale)	0.299 kWh/m ² anno
Classe Energetica Globale dell' EOdC	D

Tabella riepilogativa dei dati energetici principali

STATO MODIFICATO	
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento - QPh	37.773,28 (kWh/anno)
EPi (indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale)	121,43 (kWh/m ² .anno)
Classe Energetica Globale	D

4 CONFRONTO

Dal confronto fra le analisi ANTE e POST interventi emergono i risultati di risparmio energetico inerenti il riscaldamento:

	<u>STATO ATTUALE</u>	<u>STATO MODIFICATO</u>	Risparmio energetico [%]
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento - QPh	76.804,98 (kWh/anno)	37.773,28 (kWh/anno)	-51%
EPI (indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale)	246,91 (kWh/m ² .anno)	121,43 (kWh/m ² .anno)	-51%
Classe Energetica Globale	G	D	

5 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Ing. Giovanni-Luca Giannuzzi, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Siena a n°715, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.192 e s.m.i (di recepimento della Direttiva 2002/91/CE),

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.192 e s.m.i. nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Siena, Marzo 2018

IL TECNICO

Ing. Giovanni-Luca Giannuzzi