

Provincia di Brescia

Settore EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE

Ufficio Progettazione Edilizia Scolastica e Direzione dei Lavori

Edificio scolastico:

I.P.S.S.A.R. "DE MEDICI"

Ubicazione:

Comune di DESENZANO, via Michelangelo n. 33

Intervento:

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA
ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Oggetto:

Relazione di calcolo energetico

Scala:

Numero:

Fase/Pratica Edilizia:

L.01.22.PE.A.002

Progetto Esecutivo

Il Direttore del Settore Edilizia Scolastica e Direzionale:

Dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli

R.U.P.:

Progettista:

Coordinatore Sicurezza:

arch. Daniela Masserelli

arch. Cristian Piovanelli

arch. Cristian Piovanelli

Collaboratori:

Progettista Strutture:

Progettista Isolamento:

Nome File:

Redatto da:

Verificato da:

Data:

Data e Numero Revisione:

Luglio 2022

AREA
DEL
TERRITORIO



PROGETTO ESECUTIVO

LEGGE 9 gennaio 1991, n. 10

RELAZIONE TECNICA

DDUO 12 Gennaio 2017 n. 176

DDUO 8 Marzo 2017 n. 2456

DDUO 18 Dicembre 2019 n. 18546

EDIFICIO : *I.P.S.S.A.R. "De Medici"*
INDIRIZZO : *Via Michelangelo 33*
COMUNE : *Desenzano del Garda (BS)*
INTERVENTO : *Cappotto esterno e sostituzione serramenti piano primo*

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Riqualificazione energetica

Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e/o di impianti termici

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie indicate nell'allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume condizionato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di **Desenzano del Garda** Provincia **BS**

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere):

Realizzazione cappotto esterno e sostituzione serramenti piano primo

☒ L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'articolo 5, comma 15, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'allegato I, comma 14 del decreto legislativo.

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa, indicare che è da edificare nel terreno in cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Territoriale):

Via Michelangelo 33, 25015 Desenzano del Garda (BS)

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie):

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

Numero delle unità abitative **1**

Committente (i) **Provincia di Brescia**

Daniele Bianchini

Progettista dell'isolamento termico **Iscritto all'Albo Ingegneri della Provincia di Brescia**
Numero di iscrizione: 3835

2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti:

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.
- ☒ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi di protezione solare.
- ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) 2229 GG

Temperatura esterna minima di progetto (secondo UNI 5364 e successivi aggiornamenti) -6,5 °C

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma 31,8 °C

4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

a) Condizionamento invernale

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ _{int} [°C]	φ _{int} [%]
Piano terra	4402,16	2403,13	0,55	1333,58	20,0	65,0
Piano primo	4511,10	1962,14	0,43	1018,45	20,0	65,0
I.P.S.S.A.R. "De Medici"	8913,26	4365,27	0,49	2352,03	20,0	65,0

Presenza sistema di contabilizzazione del calore: []

b) Condizionamento estivo (non presente)

Legenda simboli

V	Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano
S	Superficie esterna che delimita il volume
S/V	Rapporto di forma dell'edificio
Su	Superficie utile dell'edificio
θ _{int}	Valore di progetto della temperatura interna
φ _{int}	Valore di progetto dell'umidità relativa interna

c) Informazioni generali e prescrizioni

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture: []

Valore di riflettanza solare N.A. >0,65 per coperture piane

Valore di riflettanza solare N.A. >0,30 per coperture a falda

Motivazione che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti:

La copertura non è oggetto di intervento.

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture:

☐

Motivazione che hanno portato al non utilizzo:

La copertura non è oggetto di intervento.

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare

☐

Descrizione delle principali caratteristiche:

Adozione sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale

☒

Motivazioni che ha portato alla non utilizzazione:

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

a) Descrizione impianto

Tipologia

Impianto centralizzato di riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria.

Sistemi di generazione

Caldaia a basamento a tre giri di fumo alimentata a gas metano marca ICI CALDAIE modello GREENOX E.25 di potenza focolare pari a 262kW.

Sistemi di termoregolazione

Esiste un sistema di termoregolazione climatica

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Contatermie marca GIOANOLA modello SENSOSTAR2C US.

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Sistema a collettori con due circuiti di distribuzione distinti.

Sistemi di ventilazione forzata: tipologie

Non è presente l'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Sistemi di accumulo termico: tipologie

Non è presente un accumulo termico per il servizio di riscaldamento.

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Produzione combinata con riscaldamento attraverso circuito dedicato a servizio del bollitore.

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua, norma UNI 8065:

[X]

Presenza di un filtro di sicurezza:

[X]

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria:

[X]

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto:

[X]

Zona **I.P.S.S.A.R. "De Medici"**

Quantità

1

Servizio **Riscaldamento e acqua calda sanitaria**

Fluido termovettore

Acqua

Tipo di generatore **Caldaia a tre giri di fumo**

Combustibile

Metano

Marca – modello **ICI CALDAIE GREENOX.E25**

Potenza utile nominale Pn **250,00** kW

Rendimento termico utile a 100% Pn (valore di progetto)

95,4 %

Rendimento termico utile a 30% Pn (valore di progetto)

92,5 %

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione prevista ☒ continua con attenuazione notturna ☐ intermittente

Altro

Tipo di conduzione estiva prevista:

Non è presente il servizio di climatizzazione estiva.

Sistema di telegestione dell'impianto termico, se esistente (descrizione sintetica delle funzioni)

È presente un sistema che consente la regolazione da remoto.

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina climatica

Marca - modello

Centralina marca Tekna

Descrizione sintetica delle funzioni

Regolazione temperatura mandata.

Numero di livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

24

Organi di attuazione

Marca - modello

Siemens

Descrizione sintetica delle funzioni

Valvole a tre vie di miscelazione su mandata circuiti

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Tipo di terminali	Numero di apparecchi	Potenza termica nominale [W]
Radiatori e ventilconvettori	N.D.	180.000

i) Specifiche della/e pompa/e di circolazione

Q. tà	Circuito	Marca - modello - velocità	PUNTO DI LAVORO		
			G [kg/h]	ΔP [daPa]	W_{aux} [W]
1	Presidenza/Spogliatoio/Sala da pranzo	Grundfos UPS	8.000	5.000	500
1	Ala nord est PT e P1	N.R.	10.000	4.500	1.500
1	Ala sud ovest P1	N.R.	5.000	5.500	1.500
1	Bollitore ACS	DAB Evoplus	4.800	6.000	1.000

G Portata della pompa di circolazione

ΔP Prevalenza della pompa di circolazione

W_{aux} Assorbimento elettrico della pompa di circolazione

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Edificio: **I.P.S.S.A.R. "De Medici"**

Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Trasmittanza media [W/m ² K]	Valore limite [W/m ² K]	Verifica
M4	Pannello esterno P1 CAPPOTTO	0,247	0,280	Positiva
M1	Muratura piano terra 33cm	0,814	*	*
M2	Muratura piano terra 20cm	0,734	*	*
M3	Pannello prefabbricato P1 32cm corte interna	0,842	*	*
P1	Solaio controterra	0,310	*	*
P3	Pavimento verso esterno	1,388	*	*
S2	Copertura scuola (tegoli c.a.)	0,730	*	*
S3	Copertura cucine (tegoli c.a.)	0,827	*	*
S4	Copertura aula	0,805	*	*

(*) Struttura esistente, non soggetta alle verifiche di legge.

Caratteristiche termiche dei divisori opachi e delle strutture dei locali non climatizzati

Cod.	Descrizione	Trasmittanza U [W/m ² K]	Trasmittanza media [W/m ² K]
P2	Solaio interpiano (tegoli c.a.)	1,244	1,244
S1	Solaio interpiano (tegoli c.a.)	1,497	1,497

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
M4	Pannello esterno P1 CAPPOTTO	Positiva	Positiva
M1	Muratura piano terra 33cm	*	*
M2	Muratura piano terra 20cm	*	*
M3	Pannello prefabbricato P1 32cm corte interna	*	*
P1	Solaio controterra	*	*
P2	Solaio interpiano (tegoli c.a.)	*	*
P3	Pavimento verso esterno	*	*
S1	Solaio interpiano (tegoli c.a.)	*	*
S2	Copertura scuola (tegoli c.a.)	*	*
S3	Copertura cucine (tegoli c.a.)	*	*
S4	Copertura aula	*	*

(*) Struttura esistente, non soggetta alle verifiche di legge.

Caratteristiche di massa superficiale Ms e trasmittanza periodica YIE dei componenti opachi

Cod.	Descrizione	Ms [kg/m ²]	YIE [W/m ² K]
M4	Pannello esterno P1 CAPPOTTO	45	0,014
M1	Muratura piano terra 33cm	200	0,328
M2	Muratura piano terra 20cm	58	0,594
M3	Pannello prefabbricato P1 32cm corte interna	295	0,211
P3	Pavimento verso esterno	225	0,827
S2	Copertura scuola (tegoli c.a.)	211	0,418
S3	Copertura cucine (tegoli c.a.)	210	0,478
S4	Copertura aula	220	0,463

Trasmittanza termica dei componenti finestrati U_w

Cod.	Descrizione	Trasmittanza U_w [W/m ² K]	Valore limite [W/m ² K]	Verifica
W5	Serramento piano primo aule 100x140 NUOVO	1,250	1,400	Positiva
W6	Serramento piano primo 100x207 NUOVO	1,250	1,400	Positiva
W7	Serramento piano primo 100x207 corte interna NUOVO	1,250	1,400	Positiva
W8	Portafinestra piano primo 150x253 NUOVA	1,250	1,400	Positiva
W1	Serramento ingresso principale 480x230	3,958	*	*
W10	Serramento piano primo 100x207 corte interna	5,063	*	*
W2	Serramento piano terra VD 90X115	3,725	*	*
W3	Serramento piano terra su corte interna VD 400X260	3,424	*	*
W4	Serramento piano terra su corte interna VS 1150X260	4,853	*	*
W9	Serramento PT 200X230	3,952	*	*

(*) Struttura esistente, non soggetta alle verifiche di legge.

Fattore di trasmissione solare totale

Cod.	Descrizione	g_{gl+sh} struttura [W/m ² K]	g_{gl+sh} limite [W/m ² K]	Verifica
W5	Serramento piano primo aule 100x140 NUOVO	0,30	0,35	Positiva
W6	Serramento piano primo 100x207 NUOVO	0,30	0,35	Positiva
W7	Serramento piano primo 100x207 corte interna NUOVO	0,30	0,35	Positiva
W10	Serramento piano primo 100x207 corte interna	0,84	*	*
W2	Serramento piano terra VD 90X115	0,38	*	*
W3	Serramento piano terra su corte interna VD 400X260	0,38	*	*
W4	Serramento piano terra su corte interna VS 1150X260	0,84	*	*

(*) Struttura esistente, non soggetta alle verifiche di legge.

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) – specificare per le diverse zone

N.	Descrizione	Valore di progetto [vol/h]	Valore medio 24 ore [vol/h]
1	Piano terra	0,77	0,36
2	Piano primo	1,05	0,50

b) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al punto 6 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789)

Piano terra

Superficie disperdente S	<u>N.A.*</u>	m ²
Valore di progetto H' _T	<u>N.A.*</u>	W/m ² K

*** Il piano terra non è oggetto di intervento pertanto non soggetto a verifica.**

Piano primo

Superficie disperdente S	<u>644,82</u>	m ²
Valore di progetto H' _T	<u>0,55</u>	W/m ² K

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio

Valore di progetto EP _{H,nd}	<u>77,64</u>	kWh/m ²
---------------------------------------	--------------	--------------------

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio

Valore di progetto EP _{C,nd}	<u>22,90</u>	kWh/m ²
---------------------------------------	--------------	--------------------

Indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria)

Prestazione energetica per riscaldamento EP _H	<u>102,25</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per acqua sanitaria EP _W	<u>4,13</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per raffrescamento EP _C	<u>0,00</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per ventilazione EP _V	<u>0,00</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per illuminazione EP _L	<u>59,40</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per servizi EP _T	<u>0,00</u>	kWh/m ²
Valore di progetto EP _{gl,tot}	<u>165,77</u>	kWh/m ²

Indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria non rinnovabile)

Valore di progetto EP _{gl,nr}	<u>153,00</u>	kWh/m ²
--	---------------	--------------------

Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita (E _{del})	<u>224025</u>	kWh
Energia rinnovabile (E _{gl,ren})	<u>12,77</u>	kWh/m ²
Energia esportata (E _{exp})	<u>0</u>	kWh
Fabbisogno annuo globale di energia primaria (E _{gl,tot})	<u>165,77</u>	kWh/m ²
Energia rinnovabile in situ (elettrica)	<u>0</u>	kWh _e
Energia rinnovabile in situ (termica)	<u>0</u>	kWh

f) Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza

N.A.

7.	ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE
-----------	--

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

Nessuna deroga alla normativa vigente:

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
N. _____ Rif.: [vedi allegati](#)
- ☐ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti".
N. _____ Rif.: _____
- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.
N. _____ Rif.: _____
- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria.
N. _____ Rif.: [vedi allegati](#)
- ☐ Tabelle indicanti i provvedimenti ed i calcoli per l'attenuazione dei ponti termici.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Altri allegati.
N. _____ Rif.: _____

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- ☒ Calcolo potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali.
- ☒ Calcolo energia utile invernale del fabbricato $Q_{h,nd}$ secondo UNI/TS 11300-1.
- ☒ Calcolo energia utile estiva del fabbricato $Q_{c,nd}$ secondo UNI/TS 11300-1.
- ☒ Calcolo dei coefficienti di dispersione termica $H_T - H_U - H_G - H_A - H_V$.
- ☒ Calcolo mensile delle perdite ($Q_{h,ht}$), degli apporti solari (Q_{sol}) e degli apporti interni (Q_{int}) secondo UNI/TS 11300-1.
- ☒ Calcolo degli scambi termici ordinati per componente.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria rinnovabile, non rinnovabile e totale secondo UNI/TS 11300-5.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione estiva secondo UNI/TS 11300-3.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione artificiale degli ambienti secondo UNI/TS 11300-2 e UNI EN 15193.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria per il servizio di trasporto di persone o cose secondo UNI/TS 11300-6.

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto	<u>Ingegnere</u>	<u>Daniele</u>	<u>Bianchini</u>
	TITOLO	NOME	COGNOME
iscritto all'	<u>Albo degli Ingegneri</u>	<u>Brescia</u>	<u>3835</u>
	ALBO – ORDINE O COLLEGIO DI APPARTENENZA	PROV.	N. ISCRIZIONE

essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della legge regionale 11 Dicembre 2006 n. 24 e s.m.i.

DICHIARA

sotto la propria responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data, 25/05/2022



Il progettista

TIMBRO

FIRMA

ALLEGATO 1

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE COMPONENTI

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Pannello esterno P1 CAPPOTTO*

Codice: *M4*

Trasmittanza termica **0,114** W/m²K

Spessore **560** mm

Temperatura esterna
(calcolo potenza invernale) **-6,5** °C

Permeanza **7,937** 10⁻¹²kg/sm²Pa

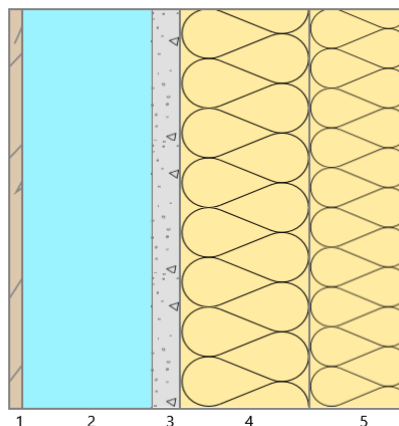
Massa superficiale
(con intonaci) **45** kg/m²

Massa superficiale
(senza intonaci) **45** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,014** W/m²K

Fattore attenuazione **0,121** -

Sfasamento onda termica **-14,9** h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Pannello A legno	20,00	0,0650	0,308	80	1,50	45
2	Pannello A aria	180,00	0,0650	2,769	80	1,50	45
3	Pannello A	40,00	0,0650	0,615	80	1,50	45
4	Pannello A isolante	180,00	0,0650	2,769	80	1,50	45
5	Pannello A isolante	140,00	0,0650	2,154	80	1,50	45
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Pannello esterno P1 CAPPOTTO*

Codice: *M4*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
[x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
[] La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0* °C

Criterio per l'aumento dell'umidità interna *Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)*

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$) *Positiva*

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico $f_{RSI,max}$ *0,732*

Fattore di temperatura del componente f_{RSI} *0,972*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

Verifica del rischio di condensa interstiziale (secondo UNI EN ISO 13788)

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *Serramento piano primo aule 100x140 NUOVO*

Codice: *W5*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	-		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	1,250	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	0,000	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

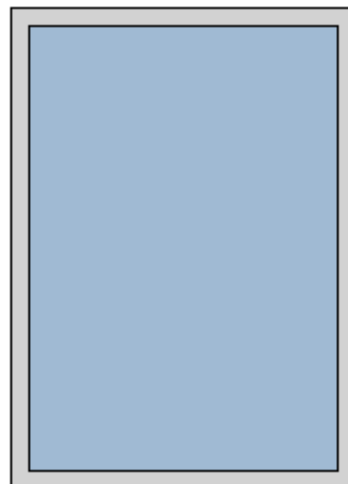
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	0,45	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	0,45	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-
Fattore trasmissione solare totale	g_{gl+sh}	0,298	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		100,0	cm
Altezza		140,0	cm



Caratteristiche del telaio

K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	1,400	m ²
Area vetro	A_g	1,170	m ²
Area telaio	A_f	0,230	m ²
Fattore di forma	F_f	0,84	-
Perimetro vetro	L_g	4,400	m
Perimetro telaio	L_f	4,800	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	1,485	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z2 02 - Pannello C - serramento		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,117	W/mK
Lunghezza perimetrale		2,80	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *Serramento piano primo 100x207 NUOVO*

Codice: *W6*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	-		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	1,250	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	0,000	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

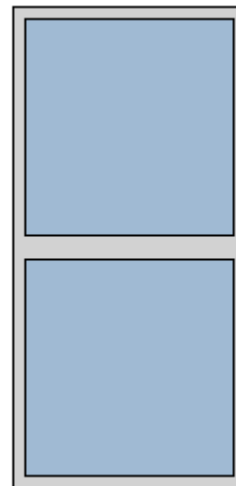
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	0,45	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	0,45	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,670	-
Fattore trasmissione solare totale	g_{gl+sh}	0,298	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		100,0	cm
Altezza		207,0	cm



Caratteristiche del telaio

K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	2,070	m ²
Area vetro	A_g	1,683	m ²
Area telaio	A_f	0,387	m ²
Fattore di forma	F_f	0,81	-
Perimetro vetro	L_g	7,340	m
Perimetro telaio	L_f	6,140	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	1,485	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z2 02 - Pannello C - serramento		
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,117	W/mK
Lunghezza perimetrale		4,14	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *Serramento piano primo 100x207 corte interna*
NUOVO

Codice: *W7*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	-
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>
Trasmittanza termica	U_w 1,250 W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g 0,000 W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

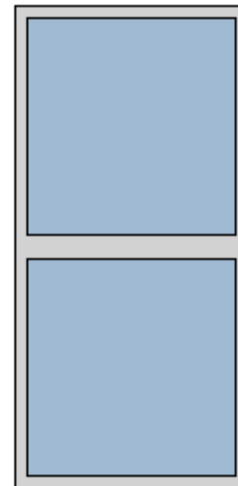
Emissività	ϵ 0,837 -
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$ 0,45 -
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$ 0,45 -
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$ 0,670 -
Fattore trasmissione solare totale	g_{gl+sh} 0,298 -

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	0,00 m ² K/W
f shut	0,6 -

Dimensioni del serramento

Larghezza	100,0 cm
Altezza	207,0 cm



Caratteristiche del telaio

K distanziale	K_d 0,00 W/mK
Area totale	A_w 2,070 m ²
Area vetro	A_g 1,683 m ²
Area telaio	A_f 0,387 m ²
Fattore di forma	F_f 0,81 -
Perimetro vetro	L_g 7,340 m
Perimetro telaio	L_f 6,140 m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U 1,485 W/m ² K
---------------------------------	-------------------------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	22 02 - Pannello C - serramento
Trasmittanza termica lineica	Ψ 0,117 W/mK
Lunghezza perimetrale	4,14 m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: *01 - Pannello C - copertura inclinata*

Codice: *Z1*

Tipologia *Altro*
 Trasmittanza termica lineica di calcolo *0,035* W/mK
 Riferimento *Simulazione agli elementi finiti con Mold Simulator*
 Note *Trasmittanza lineica di riferimento = 0,07 W/mK*



Dettagli muffa

Criterio di calcolo umidità interna *3 Alloggi senza VMC, edifici con affollamento non noto*
 Mese critico *Dicembre*
 Fattore di temperatura superficiale componente frsi *0,786* -
 Fattore di temperatura superficiale mese critico frsi min *0,758* -
 Verifica rischio formazione muffa *Positiva*
 Temp. superficiale minima simulata mese critico *16,5* °C
 Temp. esterna minima senza formazione di muffa mese critico *1,5* °C

Risultati mensili

Mese	θ_{int}	θ_{est}	P_{int}	P_{est}	φ_i	φ_e	θ_{acc}	frsi
gennaio	20,0	3,1	1414	715	60,5	93,5	15,6	0,737
febbraio	20,0	3,6	1363	682	58,3	86,0	15,0	0,694
marzo	20,0	8,7	1341	841	57,4	74,6	14,7	0,533
aprile	20,0	12,2	1403	1028	60,0	72,1	15,4	0,413
maggio	18,0	17,9	1542	1370	74,8	66,6	16,9	0,000
giugno	21,2	21,2	1570	1470	62,2	58,3	17,2	0,000
luglio	22,3	22,3	2019	1919	74,8	71,1	21,2	0,000
agosto	22,1	22,1	1985	1885	74,4	70,7	21,0	0,000
settembre	20,0	18,5	1813	1661	77,6	77,8	19,5	0,658
ottobre	20,0	13,1	1558	1215	66,7	80,4	17,1	0,575
novembre	20,0	7,8	1512	981	64,7	92,4	16,6	0,722
dicembre	20,0	3,6	1458	777	62,4	98,0	16,0	0,758

Legenda simboli

θ_{int}	Temperatura dell'ambiente interno	°C
θ_{est}	Temperatura dell'ambiente esterno	°C
P_{int}	Pressione dell'ambiente interno	Pa
P_{est}	Pressione dell'ambiente esterno	Pa
φ_i	Umidità relativa dell'ambiente interno	%
φ_e	Umidità relativa dell'ambiente esterno	%
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile sulla superficie interna	°C
frsi	Fattore di temperatura superficiale	-

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: *02 - Pannello C - serramento*

Codice: *Z2*

Tipologia *Altro*
 Trasmittanza termica lineica di calcolo *0,117* W/mK
 Riferimento *Simulazione agli elementi finiti con Mold Simulator*
 Note *Trasmittanza lineica di riferimento = 0,235 W/mK*



Dettagli muffa

Criterio di calcolo umidità interna *3 Alloggi senza VMC, edifici con affollamento non noto*
 Mese critico *Dicembre*
 Fattore di temperatura superficiale componente frsi *0,829* -
 Fattore di temperatura superficiale mese critico frsi min *0,758* -
 Verifica rischio formazione muffa *Positiva*
 Temp. superficiale minima simulata mese critico *17,2* °C
 Temp. esterna minima senza formazione di muffa mese critico *-3,1* °C

Risultati mensili

Mese	θ_{int}	θ_{est}	P_{int}	P_{est}	φ_i	φ_e	θ_{acc}	frsi
gennaio	20,0	3,1	1414	715	60,5	93,5	12,1	0,533
febbraio	20,0	3,6	1363	682	58,3	86,0	11,6	0,485
marzo	20,0	8,7	1341	841	57,4	74,6	11,3	0,229
aprile	20,0	12,2	1403	1028	60,0	72,1	12,0	0,000
maggio	18,0	17,9	1542	1370	74,8	66,6	13,5	0,000
giugno	21,2	21,2	1570	1470	62,2	58,3	13,7	0,000
luglio	22,3	22,3	2019	1919	74,8	71,1	17,7	0,000
agosto	22,1	22,1	1985	1885	74,4	70,7	17,4	0,000
settembre	18,5	18,5	1813	1661	84,9	77,8	16,0	0,000
ottobre	20,0	13,1	1558	1215	66,7	80,4	13,6	0,068
novembre	20,0	7,8	1512	981	64,7	92,4	13,2	0,437
dicembre	20,0	3,6	1458	777	62,4	98,0	12,6	0,547

Legenda simboli

θ_{int}	Temperatura dell'ambiente interno	°C
θ_{est}	Temperatura dell'ambiente esterno	°C
P_{int}	Pressione dell'ambiente interno	Pa
P_{est}	Pressione dell'ambiente esterno	Pa
φ_i	Umidità relativa dell'ambiente interno	%
φ_e	Umidità relativa dell'ambiente esterno	%
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile sulla superficie interna	°C
frsi	Fattore di temperatura superficiale	-

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: 03 - Pannello C - solaio interpiano

Codice: Z3

Tipologia **Altro**
 Trasmittanza termica lineica di calcolo **0,105** W/mK
 Riferimento **Simulazione agli elementi finiti con Mold Simulator**
 Note **Trasmittanza lineica di riferimento = 0,21 W/mK**



Dettagli muffa

Criterio di calcolo umidità interna **3 Alloggi senza VMC, edifici con affollamento non noto**
 Mese critico **Dicembre**
 Fattore di temperatura superficiale componente frsi **0,829** -
 Fattore di temperatura superficiale mese critico frsi min **0,758** -
 Verifica rischio formazione muffa **Positiva**
 Temp. superficiale minima simulata mese critico **17,2** °C
 Temp. esterna minima senza formazione di muffa mese critico **-3,2** °C

Risultati mensili

Mese	θ_{int}	θ_{est}	P_{int}	P_{est}	φ_i	φ_e	θ_{acc}	frsi
gennaio	20,0	3,1	1414	715	60,5	93,5	15,6	0,737
febbraio	20,0	3,6	1363	682	58,3	86,0	15,0	0,694
marzo	20,0	8,7	1341	841	57,4	74,6	14,7	0,533
aprile	20,0	12,2	1403	1028	60,0	72,1	15,4	0,413
maggio	18,0	17,9	1542	1370	74,8	66,6	16,9	0,000
giugno	21,2	21,2	1570	1470	62,2	58,3	17,2	0,000
luglio	22,3	22,3	2019	1919	74,8	71,1	21,2	0,000
agosto	22,1	22,1	1985	1885	74,4	70,7	21,0	0,000
settembre	20,0	18,5	1813	1661	77,6	77,8	19,5	0,658
ottobre	20,0	13,1	1558	1215	66,7	80,4	17,1	0,575
novembre	20,0	7,8	1512	981	64,7	92,4	16,6	0,722
dicembre	20,0	3,6	1458	777	62,4	98,0	16,0	0,758

Legenda simboli

θ_{int}	Temperatura dell'ambiente interno	°C
θ_{est}	Temperatura dell'ambiente esterno	°C
P_{int}	Pressione dell'ambiente interno	Pa
P_{est}	Pressione dell'ambiente esterno	Pa
φ_i	Umidità relativa dell'ambiente interno	%
φ_e	Umidità relativa dell'ambiente esterno	%
θ_{acc}	Temperatura minima accettabile sulla superficie interna	°C
frsi	Fattore di temperatura superficiale	-