

**COMUNE DI TREVIGLIO  
(Provincia di Bergamo)**

*Complesso residenziale ALER di Bergamo  
Via Fabio Filzi n. 11 -13*

**PROGETTO RISPARMIO ENERGETICO E DIAGNOSI**

Bergamo, li 04/02/2016

*Arch. Monica Poloni  
ALER di Bergamo*

## **Premessa**

Nell'anno 2014, è stato programmato nell'ambito del piano triennale degli interventi di manutenzione straordinaria dell'ALER di Bergamo di intervenire sul complesso residenziale ubicato nel comune di Treviglio alla via Fabio Filzi n. 11

E' stato verificato che è in essere un contratto di servizio energia stipulato dall'ALER con la ditta Birolini Ernesto srl. da Ranica (BG), con la quale si è provveduto a gestire l'impianto e a installare una nuova caldaia a condensazione (marca Ravasio mod. CND da 270) con potenza termica nominale pari a 314,6 kW.

La ditta che ha in gestione l'impianto di riscaldamento centralizzato in qualità di terzo responsabile, in ottemperanza alla normativa vigente, ha installato sulla tubazione del circuito primario un contatore di calore volumetrico a lettura diretta per la misurazione dell'energia termica prodotta e immessa nel sistema edificio impianto.

In relazione alle disposizioni di cui alla D.G.R. 8745/2008, trattandosi di interventi di manutenzione straordinaria che incidono sul risparmio energetico, si provvede, come di seguito indicato, a redigere la diagnosi energetica raffrontandone i risultati ottenuti in termini di efficienza energetica.

In sintesi secondo il D. Lgs. 115/2008, per diagnosi energetica si intende una:

*“Procedura sistematica volta a fornire un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un’attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati”.*

Le presente diagnosi energetica è stata elaborata in conformità con la norma UNI TS 11300 - 1 e 2, procedura A3 (tailored rating).

Per quanto attiene ai modelli di simulazione, questi sono gli stessi utilizzati per la progettazione termica degli edifici e degli impianti e fanno riferimento alle norme UNI fatta salva la possibilità di riprodurre le reali modalità di utilizzo dell'edificio e dell'impianto e non solo a quelle standard previste dalle norme stesse.

Come indicato dalla UNI 11300:2 *“la valutazione è effettuata in condizioni effettive di utilizzo sulla base dei dati relativi all'edificio ed all'impianto reale come costruito; per le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto, si assumono i valori effettivi di funzionamento nelle condizioni reali di intermittenze dell'impianto. ”*

In altri termini la normativa richiede che il modello di simulazione sia in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative dell'edificio negli anni per cui si dispone dei consumi, così da rendere significativo il confronto tra questi ultimi ed fabbisogni calcolati.

## ***Risultati della diagnosi energetica sull'edificio esistente***

Ai fini della stesura del documento di diagnosi energetica si è proceduto con le seguenti fasi operative:

- rilievi dell'edificio da disegni in archivio e da sopralluoghi;
- calcolo del fabbisogno di energia primaria in condizioni convenzionali di riferimento;
- confronto dei dati con i valori di riferimento (diagnosi vera e propria) e classificazione energetica dell'edificio;
- individuazione e simulazione dei possibili interventi di risparmio energetico;
- scelta degli interventi da eseguire e definizione di un piano finanziario (quest'ultimo documento facoltativo per ALER);
- certificazione energetica dell'edificio.

### ***Rilievi dell'edificio da disegni in archivio e da sopralluoghi***

Il complesso edificatorio è costituito da tre fabbricati distinti, risalenti alla fine degli anni '70, collegati ad una unica centrale termica per il riscaldamento degli ambienti, alimentata a gas metano.

Ciascun corpo di fabbrica è costituito da 6 piani fuori terra, con un unico vano scala a servizio di 18 alloggi per un totale di 54 unità e altezza fuori terra pari a 20.30 m.

La struttura portante è costituita da elementi verticali, cosiddetti quinte, in calcestruzzo armato ordinario di spessore 15 cm con orizzontamenti costituiti da solai latero cementizio.

Il primo piano abitato confina su box e porticato aperto. Il solaio a copertura dei box non risulta coibentato, quello a copertura del portico invece, è stato coibentato all'estradosso nella metà degli anni '80, con un materassino di lana di roccia dello spessore di 10 cm contenuto da controsoffittatura in doghe di alluminio.

Di seguito si riportano le foto significative delle partizioni del fabbricato, quali i prospetti dove risultano significative le quinte laterali in calcestruzzo armato senza intonaco di protezione:





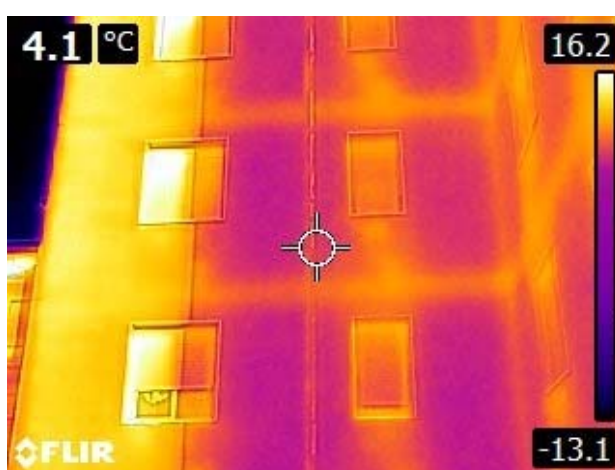
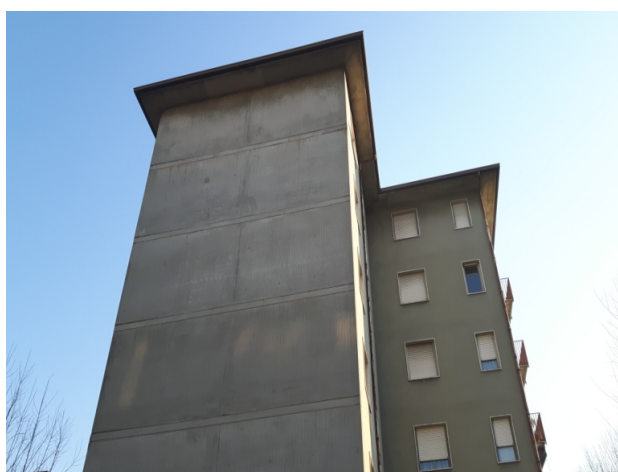
I serramenti esistenti del tipo monoblocco con telaio e cassonetto in ferro e con doppio vetro avente camera d'aria minimale.





I risultati del rilievo con termo camera ad infrarossi delle superfici disperdenti evidenziano dai numerosi ponti termici in corrispondenza delle quinte e delle travi oltre che rimarcare le dispersione di calore in corrispondenza dei cassonetti e dei sottofinestra.

### Particolari LATO NORD OVEST edificio





Sulla base dei dati progettuali di archivio, si è proceduto a riportare le planimetrie in formato .dwg con il programma Autocad e ad inserire nel software di calcolo Edilclima EC 700 versione 6.3.1, le stratigrafie esistenti dei muri, dei solai e dei serramenti, nonché a caratterizzare i ponti termici più significativi e a costruire il modello termico in regime semi dinamico con l'input grafico.

### ***Calcolo del fabbisogno di energia primaria in condizioni convenzionali di riferimento.***

Successivamente, si è effettuato il calcolo dell'energia termica utile come indicato dalle norme UNI TS 11300-1 e 2, e a seguito dell'inserimento dei dati dell'impianto di riscaldamento esistente (temperatura ambiente di comfort rilevata, fasce orarie di attivazione dell'impianto funzionante in regime intermittente, temperature di mandata del fluido termovettore, dati curva climatica ecc.), si è effettuato il calcolo dell'energia primaria in condizioni convenzionali di riferimento.

Si è proceduto poi ad elaborare il modello energetico del sistema edificio/impianto esistente, collegato ad un unico impianto di riscaldamento centralizzato (la produzione di acqua calda sanitaria è autonoma) e non è stata presa in considerazione nella diagnosi energetica.

### ***Confronto dei dati con i valori di riferimento (diagnosi vera e propria) e classificazione energetica dell'edificio.***

A partire dallo stato di fatto dell'edificio, condizioni conosciute a mezzo dei rilievi e dall'esame della documentazione progettuale agli atti, con l'utilizzo del software Edilclima EC700 versione 5.11, si è proceduto ad elaborare il modello energetico del sistema edificio/impianto dei tre corpi di fabbrica, serviti da un unico impianto di riscaldamento centralizzato.

Per poter analizzare il risparmio energetico derivante dagli interventi proposti, si è partiti dai consumi storici forniti dalla ditta terzo responsabile, che di seguito si riportano:

#### **Consumi storici gas metano dell'impianto di riscaldamento centrale**

- anno 2009/2010	44.383,00 Nmc/anno
- anno 2010/2011	40.570,00 Nmc/anno
- anno 2011/2012	42.782,00 Nmc/anno
- anno 2012/2013	42.190,00 Nmc/anno

Il consumo medio è pari a: **42.481,25 Nmc/anno.**

Sulla base dei dati progettuali di archivio, si è pertanto proceduto ad inserire nel suddetto software le stratigrafie esistenti dei muri, dei solai e dei serramenti, nonché a caratterizzare i ponti termici più importanti.

Si è poi effettuato il calcolo dell'energia termica primaria, come indicato dalle norme UNI TS 11300 1-2, inserendo, nel software di progettazione del modello termico semi dinamico del sistema edificio-impianto esistente, i dati reali di funzionamento intermittente dell'impianto di riscaldamento esistente (caratteristiche delle componenti, fasce orarie di attivazione, stato di coibentazione tubi ecc..) e le stratigrafie esistenti componenti l'involucro dei fabbricati (tailored rating).

Si riporta di seguito la verifica di validazione del modello termico di calcolo:

- Consumo reale:  $Q_{\text{reale}} = (42.481,25 \text{ Nmc/anno} \times 9,94 \text{ (pci) kWh/Nmc}) = 422.263,62 \text{ kW/h}$
- Consumo di calcolo in regime convenzionale (zona climatica E 183 gg. per 14 ore giornaliere)  $Q_{\text{calcolo}} = 450.176,00 \text{ kW/h}$
- Errore =  $Q_{\text{reale}}/Q_{\text{calcolo}} = \text{circa } 1 \%$  (modello termico del sistema edificio/impianto attendibile)

Appurato ciò, si è calcolato l'indice di prestazione energetica risultato pari a **EPi = 125,85 kWh/(mq x anno)** della stagione di riscaldamento convenzionale e con regime di funzionamento intermittente, come di seguito indicato:

FILE HOME STRUMENTI SUPPORTO

Nuovo Apri Chiudi Salva Esporta Cambia Lavori RTF Finestra

Verifiche di legge DGR 22 Dicembre 2008 n. 8/8745

Impianto Edificio residenziale Lombardia

Tipo di intervento Altre situazioni

Tipo di verifica	Esito	Valore ammissibile		Valore calcolato	u.m.	
Prestazione energetica per la climatizzazione invernale	Negativa	63,79	>	125,85	kWh/m²	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture opache	-					<input type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture opache + 30%	-					<input type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture trasparenti	-					<input type="checkbox"/>
Rendimento globale medio stagionale	Positiva	82,4	<	89,2	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Rendimento utile a carico nominale (100% Pn)	Positiva	94,9	≤	96,0	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Rendimento utile a carico ridotto (30% Pn)	Positiva	92,4	≤	108,0	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmittanza media divisori e strutture locali non climatizzati	-					<input type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture trasparenti verso locali vicini e locali non climatizzati	-					<input type="checkbox"/>
Verifica termoisolante	-					<input type="checkbox"/>
Copertura acqua sanitaria da fonte rinnovabile	-	50,0		0,0	%	<input type="checkbox"/>
Verifica efficienza pompe di calore	-	0,00		0,00	-	<input type="checkbox"/>

Dettagli - Prestazione energetica per la climatizzazione invernale

**Valore ammissibile**

Riferimento DGR. N. 8/8745, Par. 7.1

Zona climatica E

Gradi giorno (DPR 412/93) 2237 gg

Rapporto S / V 0,55 1/m

Superficie esterna 6970,37 m²

Volume lordo 12764,11 m³

**Valore calcolato**

Categoria DPR 412/93 E.1 (1)

Fabbisogno di energia primaria 450176 kWh

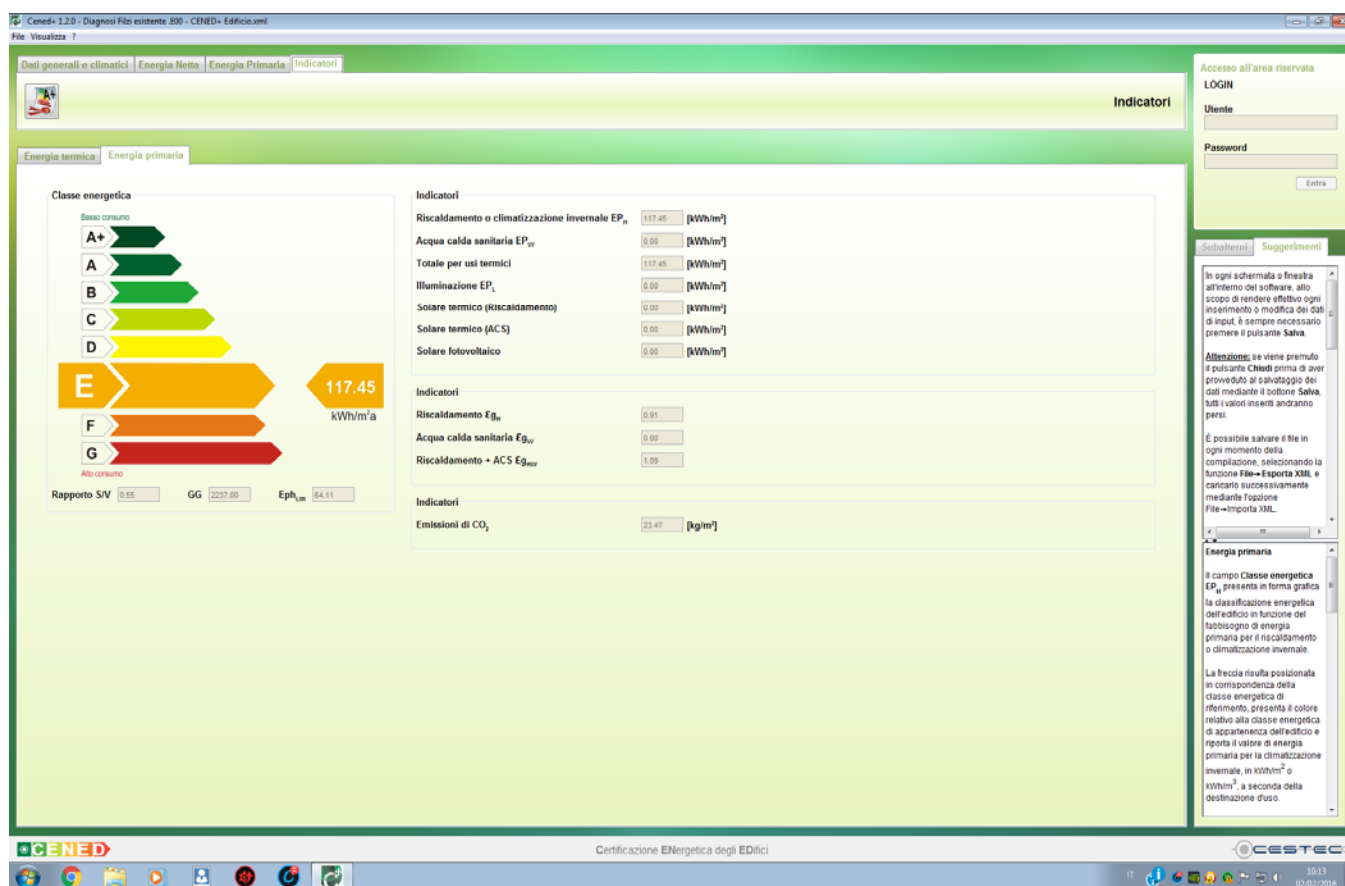
Superficie pianta netta 3577,05 m²

Prestazione energetica 125,85 kWh/m²

Di seguito si è individuata la classe energetica di appartenenza del complesso edificio-impianto secondo l'allegato A della DGR 8745/2008, in quanto la normativa regionale impone anche di esprimere in maniera oggettiva il fabbisogno di energia primaria, riferendosi a condizioni climatiche e di esercizio standardizzate.

A tal fine si è calcolato l'indice specifico di prestazione energetica, estrapolando il files della diagnosi dal programma Edilclima EC 700 Versione 6.3.1 con estensione .xlm e importandolo successivamente nel software aperto regionale CENED<sup>+</sup> versione 1.2 (asset rating).

La classificazione energetica ha fornito il seguente dato di partenza:



- **Classe energetica E** in quanto  $116 < E_{Pi} 117,45 < 145 \text{ kWh}/(\text{mq} \times \text{anno})$ .

### *Individuazione e simulazione dei possibili interventi di risparmio energetico.*

La spesa di riscaldamento storica relativa alla stagione 2012/2013 risulta pari a € 45.321,54 come da report del 13/05/2013 della ditta Birolini s.r.l. da Ranica (BG).

La spesa medio-alta di circa (900 € pro-capite escluso l'acqua calda) e gli sbilanciamenti della temperatura ambiente tra gli ultimi piani e piani intermedi, hanno motivato la decisione di effettuare degli interventi di riqualificazione impiantistica (sostituzioni dei circolatori esistenti con nuovi



elettronici a portata variabile, installazione di valvole termostatiche e di contatori volumetrici di calore a lettura diretta dell'energia termica individuale) e dell'involucro del fabbricato (sostituzione dei serramenti in ferro con nuovi in pvc e doppio vetro camera con intercapedine ad argo e trattamento superficiale basso emissivo, isolamento del sottotetto con pannello di lana di vetro pressato dello spessore di 10 cm, posa del pannello in polietilene con rivestimento riflettente in alluminio posizionato dietro ai corpi scaldanti per aumentare l'emissione del calore in ambiente ed esecuzione di isolamento a cappotto con lastre in polistirene espanso dello spessore di 8 cm sulle quinte laterali in c.a.).

A partire dal suddetto modello energetico del sistema edificio-impianto che è stato validato, in quanto il risultato del consumo annuo medio di metano si discosta per circa 1 % dall'effettivo consumo medio stagionale, si procede alle simulazioni degli interventi di manutenzione straordinaria, ai fini di una corretta valutazione degli stessi.

#### 1° simulazione

- isolamento del solaio sottotetto con pannello in lana di vetro rigido accoppiato con carta kraft sp. 10 cm;
- sostituzione delle valvole di intercettazione caloriferi esistenti a 4 vie con nuove termostatiche auto azionanti e contemporanea implementazione della contabilizzazione del calore diretta con l'installazione, su ogni stacco dal collettore idraulico al piano, di singolo contatore volumetrico;
- installazione di pannello in polietilene con rivestimento in alluminio riflettente preverniciato sulla parete retrostante il termosifone;
- sostituzione dei circolatori esistenti con nuovi elettronici a portata variabile.

#### 2° simulazione

- interventi di cui alla prima simulazione;
- isolamento con cappotto tradizionale delle quinte in C.A.
- isolamento con cappotto rasante dei soffitti delle cantine, corridoi cantine, spazi antistanti corridoi cantine, locali contatori ENEL e deposito rifiuti.

#### 3° simulazione

- interventi di cui alla prima e seconda simulazione;
- sostituzione dei serramenti esistenti in ferro e doppio vetro con nuovi in PVC e doppio vetro camera ad argon e rivestimento esterno basso emissivo.

In sintesi si riporta l'indice di prestazione energetica della terza simulazione (talored rating) calcolato e pari a  **$E_{Pi} = 83,78 \text{ kWh}/(\text{mq} \times \text{anno})$**  della stagione di riscaldamento convenzionale e con regime di funzionamento intermittente, come di seguito indicato:

EC700 - [Diagnosi Filzi riqualific

FILE

HOME

STRUMENTI

SUPPORTO

Nuovo

Apri

Chiudi

Salva

Esporta

Cambia

Lavori

RTF

Finestra

Verifiche di legge DGR 22 Dicembre 2008 n. 8/8745

Impianto

Edificio residenziale

Lombardia

Tipo di intervento

Altre situazioni

Tipo di verifica	Esito	Valore ammissibile		Valore calcolato	u.m.	
Prestazione energetica per la climatizzazione invernale	Negativa	63,66	>	83,78	kWh/m²	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture opache	-					<input type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture opache + 30%	-					<input type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture trasparenti	-					<input type="checkbox"/>
Rendimento globale medio stagionale	Positiva	82,1	<	89,6	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Rendimento utile a carico nominale (100% Pn)	Positiva	94,8	≤	96,0	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Rendimento utile a carico ridotto (30% Pn)	Positiva	92,1	≤	108,0	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmittanza media divisori e strutture locali non climatizzati	-					<input type="checkbox"/>
Trasmittanza media strutture trasparenti verso locali vicini e locali non climatizzati	-					<input type="checkbox"/>
Verifica termoisolante	-					<input type="checkbox"/>
Copertura acqua sanitaria da fonte rinnovabile	-	50,0		0,0	%	<input type="checkbox"/>
Verifica efficienza pompe di calore	-	0,00		0,00	-	<input type="checkbox"/>

Dettagli - Prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Valore ammissibile

Riferimento

DGR. N. 8/8745, Par. 7.1

Zona climatica

E

Gradi giorno (DPR 412/93)

2237 gg

Rapporto S / V

0,54 1/m

Superficie esterna

7023,43 m²

Volume lordo

12900,13 m³

Valore calcolato

Categoria DPR 412/93

E.1 (1)

Fabbisogno di energia primaria

299639 kWh

Superficie pianta netta

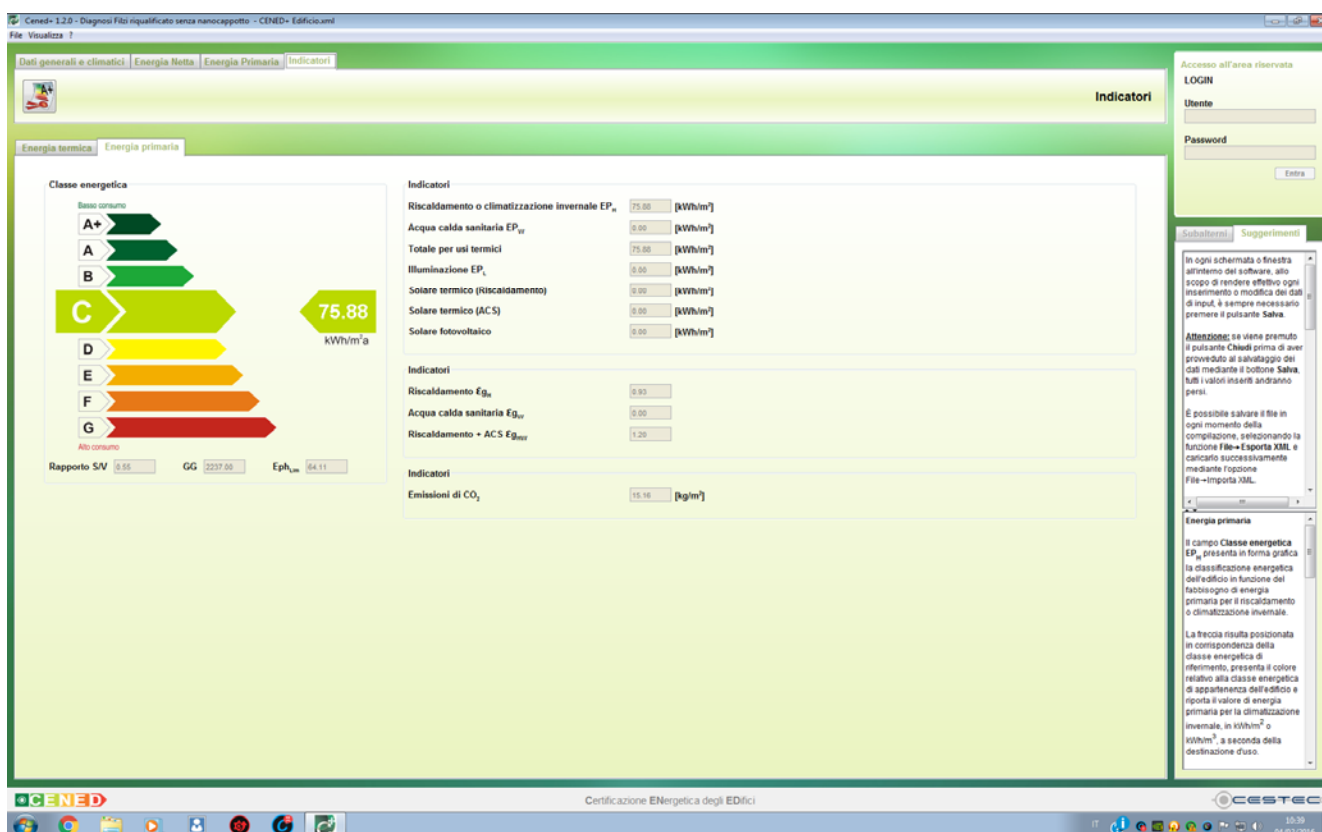
3577,05 m²

Prestazione energetica

83,78 kWh/m²

Di seguito si è individuata la classe energetica di appartenenza del complesso edificio-impianto secondo l'allegato A della DGR 8745/2008.

A tal fine si è calcolato l'indice specifico di prestazione energetica, estrapolando il files della diagnosi dal programma Edilclima EC 700 Versione 6.3.1 con estensione .xlm e importandolo successivamente nel software aperto regionale CENED<sup>+</sup> versione 1.2 (asset rating) .



- **Classe energetica C** in quanto  $58 < \text{EPi } 75,88 < 87 \text{ kWh}/(\text{mq} \times \text{anno})$ .

### *Scelta degli interventi da eseguire e definizione di un piano finanziario.*

Come sopra descritto, la scelta degli interventi ha riguardato l'involucro del fabbricato e gli impianti.

La sostituzione dei serramenti esistenti in ferro (compreso i cassonetti) e vetro doppio con nuovi in PVC e doppio vetro camera con intercapedine ad argon e protezione esterna basso emissiva, la sostituzione dei cassonetti esistenti con i nuovi isolati e la correzione dei ponti termici interessa il **27,6 %** della superficie disperdente e comporta un notevole miglioramento in termini di comfort e di dispersioni energetiche, come è possibile notare dal confronto tra i valori della trasmittanza telaio+vetro del serramento esistente con quello di progetto:

Tipologia serramento	Trasmittanza esistente	Trasmittanza di progetto
Finestra 890 x 1425 mm	$U_W = 4,204 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$	$U_W = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$
Finestra 1390 x 1425 mm	$U_W = 4,087 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$	$U_W = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$
Porta finestra 890 x 2325 mm	$U_W = 1,977 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$	$U_W = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$
Porta finestra 1890 x 2325 mm	$U_W = 3,850 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$	$U_W = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$

Le caratteristiche termiche dei nuovi componenti finestrati inseriti nel modello termico esistente sono riportate nelle seguenti schede.

Il costo complessivo stimato per la sostituzione dei serramenti esistenti, compreso i cassonetti e le tapparelle in pvc ammonta a € 229.008,37 = + IVA, di cui la quota in ammortamento risulta pari a € **57.000,00**, considerando la componente differenziale di costo del doppio vetro con intercapedine ad argon e rivestimento basso emissivo proposto rispetto al doppio vetro esistente.

Le caratteristiche termiche dei nuovi componenti opachi inseriti nel modello termico esistente sono riportate nelle seguenti schede.

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *Finestra 890 x 1425*

**Codice:** *W1*

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>PVC e doppio vetro</i>		
Classe di permeabilità	<i>Classificazione A4</i>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<i>1,300</i>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<i>1,100</i>	W/m <sup>2</sup> K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	$\epsilon$	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,750</i>	-

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,16</i>	m <sup>2</sup> K/W
Ore giornaliere di chiusura		<i>8,0</i>	h

### Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>89,0</i>	cm
Altezza		<i>142,5</i>	cm

### Caratteristiche del telaio

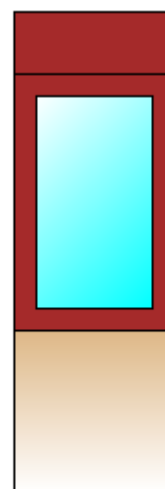
Area totale	$A_w$	<i>1,268</i>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<i>0,770</i>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<i>0,498</i>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<i>0,61</i>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<i>3,670</i>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<i>4,630</i>	m

### Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<i>1,957</i>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

### Cassonetto

Struttura opaca associata	<i>M5 Cassonetto</i>		
Trasmittanza termica	$U$	<i>1,122</i>	W/m <sup>2</sup> K



Altezza	$H_{\text{cass}}$	<b>35,00</b>	cm
Profondità	$P_{\text{cass}}$	<b>30,00</b>	cm
Area frontale		<b>0,31</b>	m <sup>2</sup>

#### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3</b>	<b>Muro sotto finestra</b>
Trasmittanza termica	$U$	<b>0,926</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	$H_{\text{sott}}$	<b>90,00</b> cm
Area		<b>0,80</b> m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	$\Psi$	<b>0,350</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>4,63</b> m

#### Descrizione della finestra: Finestra 1390 x 1425

Codice: **W2**

##### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>PVC e doppio vetro</b>		
Classe di permeabilità	<b>Classificazione A4</b>		
Trasmittanza termica	U <sub>w</sub>	<b>1,300</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	U <sub>g</sub>	<b>1,100</b>	W/m <sup>2</sup> K

##### Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b> -
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c \text{ inv}}$	<b>1,00</b> -
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c \text{ est}}$	<b>1,00</b> -
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,750</b> -

##### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure	<b>0,16</b> m <sup>2</sup> K/W
Ore giornaliere di chiusura	<b>8,0</b> h

##### Dimensioni del serramento

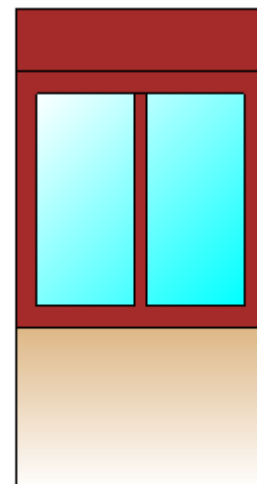
Larghezza	<b>139,0</b> cm
Altezza	<b>142,5</b> cm

##### Caratteristiche del telaio

Area totale	$A_w$	<b>1,981</b> m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,292</b> m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,689</b> m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,65</b> -
Perimetro vetro	$L_g$	<b>6,920</b> m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,630</b> m

##### Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>1,807</b> W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	---------------------------------



### Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M5 Cassonetto</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>1,122</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cass</sub>	<b>35,00</b> cm
Profondità	P <sub>cass</sub>	<b>30,00</b> cm
Area frontale		<b>0,49</b> m <sup>2</sup>

### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3 Muro sotto finestra</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>0,926</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>90,00</b> cm
Area		<b>1,25</b> m <sup>2</sup>

### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5 W - Parete - Telaio</b>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,350</b> W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>5,63</b> m

### Descrizione della finestra: Porta Finestra 1890 x 2325

Codice: **W3**

#### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<b>PVC con doppio vetro</b>	
Classe di permeabilità	<b>Classificazione A4</b>	
Trasmittanza termica	U <sub>w</sub>	<b>1,300</b> W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	U <sub>g</sub>	<b>1,100</b> W/m <sup>2</sup> K

#### Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ε	<b>0,837</b> -
Fattore tendaggi (invernale)	f <sub>c inv</sub>	<b>1,00</b> -
Fattore tendaggi (estivo)	f <sub>c est</sub>	<b>1,00</b> -
Fattore di trasmittanza solare	g <sub>gl,n</sub>	<b>0,750</b> -

#### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

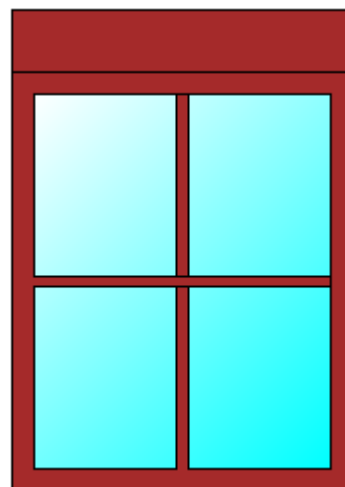
Resistenza termica chiusure	<b>0,16</b> m <sup>2</sup> K/W
Ore giornaliere di chiusura	<b>8,0</b> h

#### Dimensioni del serramento

Larghezza	<b>189,0</b> cm
Altezza	<b>232,5</b> cm

#### Caratteristiche del telaio

Area totale	A <sub>w</sub>	<b>4,394</b> m <sup>2</sup>
Area vetro	A <sub>g</sub>	<b>3,220</b> m <sup>2</sup>
Area telaio	A <sub>f</sub>	<b>1,174</b> m <sup>2</sup>
Fattore di forma	F <sub>f</sub>	<b>0,73</b> -
Perimetro vetro	L <sub>g</sub>	<b>14,460</b> m
Perimetro telaio	L <sub>f</sub>	<b>8,430</b> m





### Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **1,986** W/m<sup>2</sup>K

### Cassonetto

Struttura opaca associata **M5 Cassonetto**  
Trasmittanza termica U **1,122** W/m<sup>2</sup>K  
Altezza H<sub>cass</sub> **35,00** cm  
Profondità P<sub>cass</sub> **30,00** cm  
Area frontale **0,66** m<sup>2</sup>

### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato **Z5 W - Parete - Telaio**  
Trasmittanza termica lineica  $\Psi$  **0,350** W/mK  
Lunghezza perimetrale **8,43** m

### Descrizione della finestra: Porta Finestra 890 x 2325

Codice: **W4**

### Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento **PVC e doppio vetro**  
Classe di permeabilità **Classificazione A4**  
Trasmittanza termica U<sub>w</sub> **1,300** W/m<sup>2</sup>K  
Trasmittanza solo vetro U<sub>g</sub> **1,100** W/m<sup>2</sup>K

### Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività  $\epsilon$  **0,837** -  
Fattore tendaggi (invernale) f<sub>c inv</sub> **1,00** -  
Fattore tendaggi (estivo) f<sub>c est</sub> **1,00** -  
Fattore di trasmittanza solare g<sub>gl,n</sub> **0,850** -

### Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure **0,16** m<sup>2</sup>K/W  
Ore giornaliere di chiusura **8,0** h

### Dimensioni del serramento

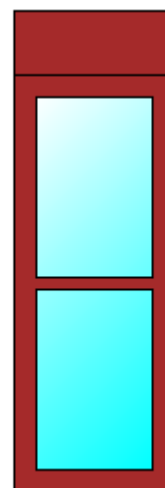
Larghezza **89,0** cm  
Altezza **230,0** cm

### Caratteristiche del telaio

Area totale A<sub>w</sub> **2,047** m<sup>2</sup>  
Area vetro A<sub>g</sub> **1,300** m<sup>2</sup>  
Area telaio A<sub>f</sub> **0,747** m<sup>2</sup>  
Fattore di forma F<sub>f</sub> **0,64** -  
Perimetro vetro L<sub>g</sub> **6,600** m  
Perimetro telaio L<sub>f</sub> **6,380** m

### Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U **2,350** W/m<sup>2</sup>K



### Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M5 Cassonetto</b>
Trasmittanza termica	U <b>1,122</b> W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cass</sub> <b>35,00</b> cm
Profondità	P <sub>cass</sub> <b>30,00</b> cm
Area frontale	<b>0,31</b> m <sup>2</sup>

### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5 W - Parete - Telaio</b>
Trasmittanza termica lineica	ψ <b>0,350</b> W/mK
Lunghezza perimetrale	<b>6,38</b> m

La sostituzione del nuovo pannello in lana di vetro compatto per l'isolamento del solaio del sottotetto, quello a cappotto delle testate verticali denominate quinte in calcestruzzo armato e quello dell'estradosso del solaio degli alloggi al piano primo confinanti con i locali cantina e di servizio con cappotto rasante di concezione nanotecnologia proposto per limiti dimensionali di altezza, interessa complessivamente il **25,60 %** della superficie disperdente totale dei tre fabbricati presi in esame e comporta un notevole miglioramento in termini di comfort e di contenimento delle dispersioni energetiche dell'involucro, come è possibile notare dal confronto tra i valori delle trasmittanze prima e dopo gli interventi di isolamento.

Le caratteristiche termiche dei nuovi componenti opachi inseriti nel modello termico esistente sono riportate nelle seguenti schede.

## **CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

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

### Descrizione della struttura: **Soffitto sotto tetto**

**Codice: S1**

Trasmittanza termica	<b>0,299</b> W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>385</b> mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>5,0</b> °C
Permeanza	<b>0,659</b> 10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>317</b> kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>290</b> kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,000</b> W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,000</b> -
Sfasamento onda termica	<b>-0,9</b> h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,100</b>	-	-	-
1	Lana di vetro con carta kraft	<b>100,00</b>	<b>0,040</b>	<b>2,500</b>	<b>12</b>	<b>1030,00</b>	<b>3000</b>
2	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura	<b>50,00</b>	<b>0,160</b>	<b>0,313</b>	<b>500</b>	<b>1,00</b>	<b>7</b>

	aperta (um. 4%)						
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
5	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	1,00	23
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

#### Legenda simboli

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

#### Descrizione della struttura: *Quinta perimetrale*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica **0,240** W/m<sup>2</sup>K

Spessore **390** mm

Temperatura esterna  
(calcolo potenza invernale) **-5,0** °C

Permeanza **9,968** 10<sup>-12</sup>kg/sm<sup>2</sup>Pa

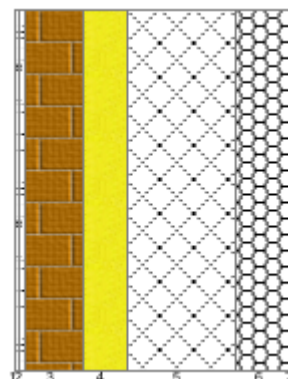
Massa superficiale  
(con intonaci) **397** kg/m<sup>2</sup>

Massa superficiale  
(senza intonaci) **364** kg/m<sup>2</sup>

Trasmittanza periodica **0,008** W/m<sup>2</sup>K

Fattore attenuazione **0,035** -

Sfasamento onda termica **-11,2** h



#### Stratigrafia:

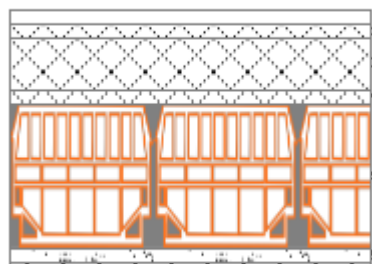
N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	5,00	0,350	0,014	1200	1,00	11
2	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
3	Mattone forato	80,00	0,400	0,200	775	0,84	9
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	60,00	0,053	1,132	11	0,84	1
5	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti esterne)	150,00	1,260	0,119	2000	1,00	99
6	Polistirene espanso Greypor TK 8	80,00	0,032	2,500	20	1,45	50
7	Intonaco plastico per cappotto	5,00	0,300	0,017	1300	0,84	30
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

#### Legenda simboli

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

**Descrizione della struttura:** *Pavimento su cantina***Codice:** *P2*

Trasmittanza termica	<b>0,318</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>356</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>5,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,981</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>425</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>389</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,017</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,052</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,8</b>	h

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	20,00	3,000	0,007	2700	1,00	10000
2	Sottofondo di cemento magro	20,00	0,700	0,029	1600	0,88	20
3	C.I.S. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	70,00	0,160	0,438	500	1,00	7
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
6	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
7	Skudoclima EC02	6,00	0,003	2,000	730	1,00	9
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

**Legenda simboli**

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

Il costo complessivo stimato per la sostituzione dell'isolamento esistente presente nel sottotetto con il nuovo pannello di lana di vetro dello spessore di 10 cm, dell'isolamento a cappotto delle quinte perimetrali, delle zone di facciata sopra indicate e dei soffitti delle cantine con cappotto rasante è pari a € 231.689,97 di cui la quota in ammortamento risulta pari a € **139.500,00** per la componente differenziale di costo dell'isolamento a cappotto rispetto al rifacimento dell'intonaco plastico esistente, per la differenza di spessore tra l'isolamento ammalorato presente e quello nuovo e per il nuovo isolamento dei soffitti delle cantine dei corridoi e dei locali di servizio al piano terra con cappotto rasante di concezione nanotecnologica.

L'intervento migliorativo sugli impianti riguarda l'implementazione della contabilizzazione del calore con l'inserimento su ciascuno stacco del circuito ad anello dell'impianto di riscaldamento mono tubo a servizio del singolo alloggio, di un contatore compatto di calore diretto e della termoregolazione con l'inserimento su ciascun radiatore della valvola termostatica a quattro vie

auto azionante, completa di detentore incorporato per la preregolazione. I contatori di energia sono dotati di capsula per il collegamento wi fi, consentendo al terzo responsabile di effettuare la lettura remota dei consumi. Infine, per evitare fenomeni di blocco delle portate del fluido in conseguenza della chiusura automatica delle valvole termostatiche, in sostituzione degli esistenti, si prevede l'installazione di nuovi circolatori elettronici a portata variabile in classe A, a basso assorbimento elettrico.

Il costo complessivo stimato per la ristrutturazione della centrale termica e la contabilizzazione del calore ammonta a € 100.141,16 = IVA, di cui la quota in ammortamento risulta pari a € **36.500,00** per la componente differenziale di costo di fornitura e posa dei contatori di calore diretti.

Eseguite le simulazione con il software Edilclima EC 700 ver. 6.3.1, è possibile confrontare il profilo energetico reale prima e dopo gli interventi di riqualificazione del sistema edificio impianto di via Filzi n. 11/13 in Treviglio (BG).

Nelle tabelle seguenti si riportano in sintesi i dati significativi delle diagnosi energetiche:

**RISULTATI DIAGNOSI ENERGETICA: MODELLO TERMICO ESISTENTE**

Consumo combustibile gas metano	( mc /anno)	42.679
Fabbisogno di energia utile per il riscaldamento	(kWh/anno)	401.757
Fabbisogno di energia primaria	(kWh/anno)	450.176
Rendimento globale medio stagionale	%	89,2
Costo totale dei consumi (costo metano 0,82 €/mc)	(euro/anno)	34.996,78

**RISULTATI DIAGNOSI ENERGETICA: MODELLO TERMICO RIQUALIFICATO**

Consumo combustibile gas metano	( mc /anno)	28.314
Fabbisogno di energia utile per il riscaldamento	(kWh/anno)	268.668
Fabbisogno di energia primaria	(kWh/anno)	299.796
Rendimento globale medio stagionale	%	89,6
Costo totale dei consumi (costo metano 0,82 €/mc)	(euro/anno)	23.217,48

Il risparmio annuo prodotto dagli interventi è pari a:

$$R_{\text{annuo}} = (34.996,78 - 23.217,48) = \text{€ } \mathbf{11.779,30}.$$

Nell'ipotesi che l'inflazione sia trascurabile e che i risparmi complessivi rimangano costanti per ogni anno, per  $r = 5\%$  (tasso d'interesse) e  $n = 30$  (durata degli interventi di efficientamento), si ottiene dalle tabelle il fattore di annualità pari a 15,3725, quindi possiamo calcolare il VAN (valore attuale netto dell'investimento):

$$VAN = (11.779,30 \times 15,3725) - (233.000,00) = - \text{€ } \mathbf{51.922,71}.$$

Dal valore e dal segno ottenuti per il VAN è possibile concludere che l'investimento non è remunerativo per il capitale impegnato.

Il tempo di ritorno dell'investimento (periodo, espresso come numero di anni, a partire dal quale il risparmio annuo avrà compensato il costo iniziale, e quindi il momento a partire dal quale l'investimento sarà solo vantaggioso) è pari a:

$$TR = (233.000,00) / 11.779,30 = \text{circa } \mathbf{20 \text{ anni}}$$

Si riporta di seguito il piano finanziario dell'intervento considerando opportunamente la quota di ammortamento dell'investimento degli interventi sopradescritti.

PIANO FINANZIARIO			
INTERVENTO N.		Complesso edificatorio in Treviglio via Filzi n. 11/13	
DESCRIZIONE		Interventi di manutenzione straordinaria finalizzati all'efficienza energetica.	
SITUAZIONE PRIMA DELL'INTERVENTO			
<div>Gas naturale</div>	Stagione	Combustibile	Energia elettrica
		<i>Stm<sup>3</sup></i>	<i>kWh</i>
	2009/2010	44.383	2.500
	2010/2011	40.570	2.500
	2011/2012	42.782	2.500
	2012/2013	42.190	2.500
	MEDIA	42.481	2.500
Consumi di combustibile ed energia elettrica negli anni precedenti			
Costo combustibile	€/Stm <sup>3</sup>	0,82	
Costo energia elettrica	€/kWh	0,24	
Costo annuo medio energia prima dell'intervento			€ 35.434,63
COSTO DELL'INTERVENTO			
Importo totale interventi IVA esclusa		€ 233.000,00	
IVA	10%	€ 23.300,00	
Importo totale interventi compresa IVA			€ 256.300,00
SITUAZIONE DOPO L'INTERVENTO			
<div>Gas naturale</div>	Consumo annuo	Prezzo unitario	
	<i>Stm<sup>3</sup></i>	€/Stm <sup>3</sup>	
	28.314	0,82	
Energia elettrica	kWh	€/kWh	
	2.150	0,24	



Spesa energetica annua successiva all'intervento				€	23.733,48
CARATTERISTICHE DEL FINANZIAMENTO					
Tasso di interesse				5%	
Durata del finanziamento (anni)				20	
Quota annuale ammortamento				€	20.566,18
CALCOLO DEL VALORE DELL'INTERVENTO					
Spesa annua totale per consumi e quota di ammortamento				€	44.299,66
Risparmio annuo per la durata dell'ammortamento				-€	8.865,03
Risparmio totale attualizzato al termine dell'ammortamento				-€	110.477,87
Risparmio annuo dopo l'estinzione del finanziamento				€	11.701,15
Durata di vita dell'intervento (anni)				30	
Risparmio totale attualizzato dell'intervento				-€	78.087,54
<div> <div>Legenda:</div> <div> <div> <div></div> <div>Dati di Input</div> </div> <div> <div></div> <div>Risultati di calcolo</div> </div> </div> </div>					

## Firma energetica

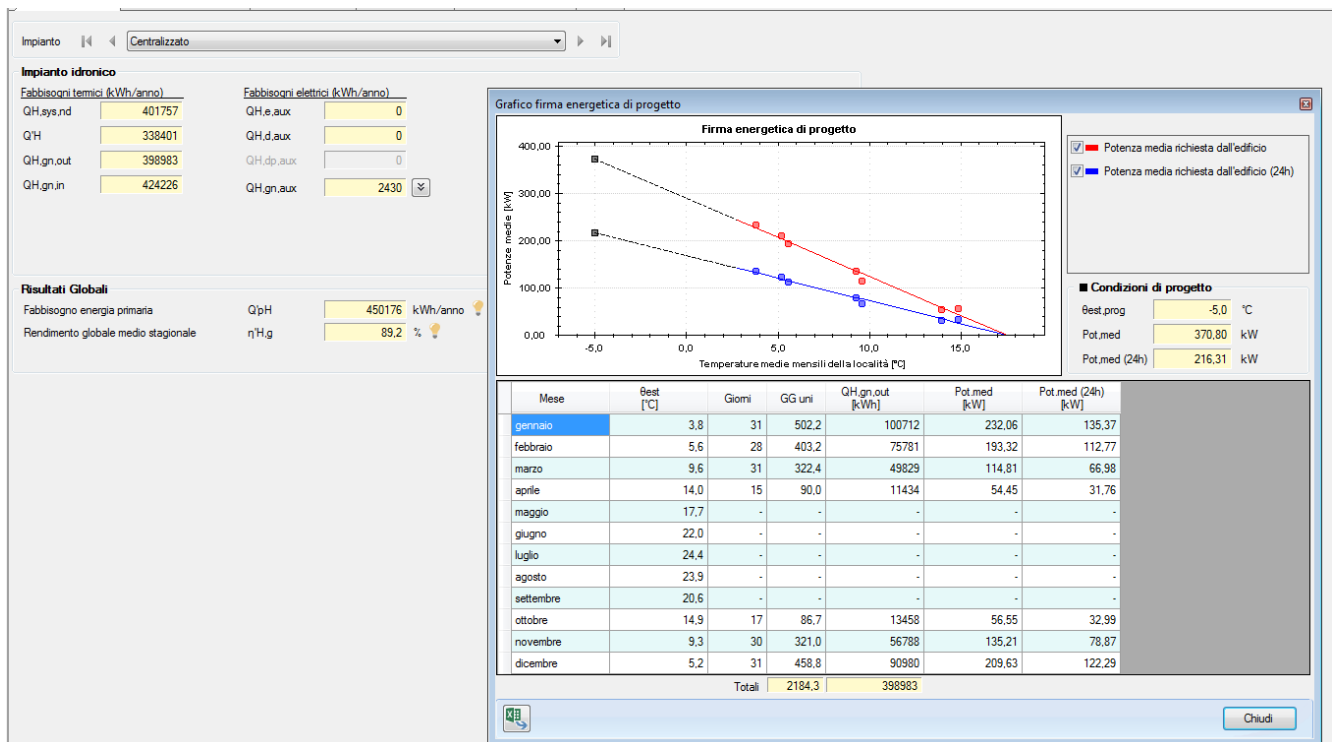
La firma energetica è sostanzialmente l'analisi della relazione che intercorre fra temperatura esterna e la potenza termica media assorbita da un edificio. Essa si costruisce con letture ad intervalli regolari (possibilmente settimanali) nella fattispecie del contatore di metano con il rilievo della temperatura esterna media, valore quest'ultimo che può essere facilmente richiesto dall'ARPA di Bergamo che li pubblica sul sito internet.

In questa fase, ai fini di una buona dimostrazione di come reagisce il sistema edificio-impianto alle variazioni di temperatura esterna, si riportano le rette interpolanti (ottenibili per progressione lineare) del complesso ALER in esame sia nelle condizioni esistenti e sia in quelle di efficientamento con gli interventi qui proposti.

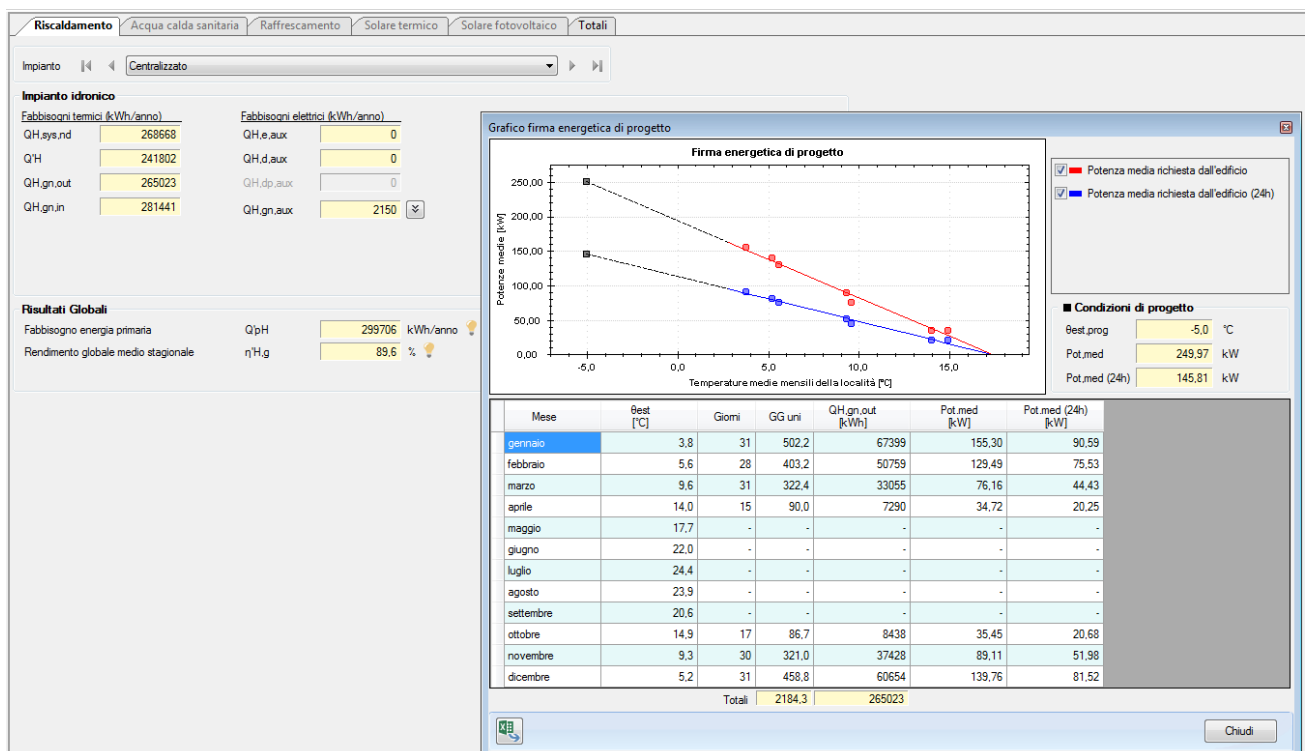
Estendendo la firma energetica fino alla temperatura di progetto, si ottiene anche la verifica del corretto dimensionamento della potenza del generatore.

Nel caso di via Filzi è possibile constatare che la potenza di progetto con funzionamento standard di 14 ore giornaliere in corrispondenza di una temperatura media di  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  risulta pari a 370 kW, leggermente superiore al valore di targa del generatore a condensazione installato che è a 270 kW di potenza al focolare.

Si riporta di seguito la firma energetica del sistema edificio impianto esistente di cui al modello termico validato:



E quella del modello termico del sistema edificio impianto a seguito degli interventi di efficientamento che hanno caratterizzato sia l'involucro dei fabbricati e sia gli impianti di riscaldamento.



In tal caso è possibile osservare che la taglia della caldaia installata del tipo a quattro stelle e a condensazione alimentata a gas metano risulta essere compatibile con le condizioni di progetto, per le quali necessita una potenza termica di circa 250 kW e che in corrispondenza di una temperatura

esterna di 17 °C la retta punta ad una potenza nulla in quanto i contributi degli apporti gratuiti fanno sì che la potenza richiesta dall'edificio si annulli ben prima che la temperatura media esterna raggiunga i 20 °C.

### ***Certificazione energetica degli edifici***

La certificazione energetica degli edifici sarà effettuata a lavori ultimati da un professionista incaricato dall'ALER di Bergamo-Lecco-Sondrio e potrà fornire risultati migliorativi rispetto a quelli prospettati in sede di diagnosi energetica nell'ambito delle simulazioni.

## RELAZIONE DI CALCOLO

### Sommario:

Premessa  
Riferimenti normativi  
Dati climatici della località  
Caratteristiche termiche ed igrometriche dei componenti opachi  
Caratteristiche dei ponti termici  
Caratteristiche termiche dei componenti finestrati  
Fabbisogno di potenza termica invernale  
Fabbisogno di energia termica utile  
Fabbisogno di energia primaria  
Rete di distribuzione analitica  
Risultati di calcolo stagionali

## PREMESSA

A dimostrazione dei risultati sopra descritti, si riportano di seguito i calcoli eseguiti per la costruzione del modello termico semi-dinamico del sistema edificio impianto esistente caratterizzato dal complesso edificatorio di via Fabio Filzi n. 11/13 in Treviglio (BG).  
Gli estratti di cui al sommario sono quelli desunti dal programma Edilclima EC 700 versione 6.3.1

## RIFERIMENTI NORMATIVI

NORMA	DESCRIZIONE
UNI/TS 11300-1:2014	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
UNI/TS 11300-2:2014	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione.
UNI/TS 11300-3:2010	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
UNI/TS 11300-4:2012	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
UNI/TR 11552	Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici.
UNI 10339	Impianti aerulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
UNI 10351	Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.
UNI 10355	Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI 10356	Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
UNI EN 12831	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
UNI EN 15193	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione.
UNI EN 15316-4-8	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità.
UNI EN ISO 10211	Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati.
UNI EN ISO 10456	Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo.
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo.
EC 1-2011 UNI EN ISO 13786	Errata corrige 1 del 15.3.2011 alla UNI EN ISO 13786:2008.
UNI EN ISO 13788	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13790	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.

UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
Raccomandazione CTI 14	Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione della prestazione energetica per la classificazione dell'edificio.
Legge 9.1.91, n. 10	Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
D.P.R. 26.8.93, n. 412	Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'articolo 4 comma 4 della Legge 10/91.
Direttiva 2002/91/CE	Direttiva 2002/91/CE del parlamento europeo e del consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.
D.Lgs. 19.8.2005, n. 192	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
D.Lgs. 29.12.2006, n. 311	Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
D.Lgs. 30.5.2008, n. 115	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.
D.Lgs. 3.3.2011, n. 28	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
D.P.R. 2.4.2009, n. 59	Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
D.M. 26.6.2009	Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici. Decreto Legge
D. L. 4.6.2013 n.63	Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.
Legge 3.8.2013, n. 90	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.

## DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

### Caratteristiche geografiche

Località	<b>TREVIGLIO</b>		
Provincia	<b>Bergamo</b>		
Altitudine s.l.m.		<b>125</b>	m
Latitudine nord	<b>45° 31'</b>	Longitudine est	<b>9° 35'</b>
Gradi giorno	<b>2237</b>		
Zona climatica	<b>E</b>		

### Località di riferimento

per la temperatura	<b>BERGAMO</b>
per l'irradiazione	I località: <b>BERGAMO</b>
	II località: <b>LODI</b>
per il vento	<b>BERGAMO</b>

### Caratteristiche del vento

Regione di vento:	<b>A</b>
Direzione prevalente	<b>Nord-Est</b>
Distanza dal mare	<b>&gt; 40</b> km
Velocità media del vento	<b>1,9</b> m/s
Velocità massima del vento	<b>3,8</b> m/s

### Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	<b>-5,0</b> °C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal <b>15 ottobre</b> al <b>15 aprile</b>

### Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto	<b>31,0</b> °C
------------------------------------	----------------

Temperatura esterna bulbo umido 22,7 °C  
 Umidità relativa 50,0 %  
 Escursione termica giornaliera 13 °C

#### Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	3,8	5,6	9,6	14,0	17,7	22,0	24,4	23,9	20,6	14,9	9,3	5,2

#### Irradiazione solare media mensile

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	1,6	2,4	3,6	5,3	7,6	9,2	9,1	6,4	4,2	2,9	1,8	1,4
Nord-Est	MJ/m²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,4	11,9	12,5	9,7	6,5	3,7	2,0	1,5
Est	MJ/m²	3,2	5,2	8,3	10,9	12,8	13,9	15,3	13,0	10,0	6,6	3,5	2,9
Sud-Est	MJ/m²	5,3	7,5	10,3	11,6	11,9	12,2	13,5	13,1	11,8	9,4	5,7	5,0
Sud	MJ/m²	6,7	8,9	10,9	10,5	9,8	9,6	10,5	11,2	11,7	10,9	7,0	6,4
Sud-Ovest	MJ/m²	5,3	7,5	10,3	11,6	11,9	12,2	13,5	13,1	11,8	9,4	5,7	5,0
Ovest	MJ/m²	3,2	5,2	8,3	10,9	12,8	13,9	15,3	13,0	10,0	6,6	3,5	2,9
Nord-Ovest	MJ/m²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,4	11,9	12,5	9,7	6,5	3,7	2,0	1,5
Orizzontale	MJ/m²	4,0	6,8	11,3	15,9	19,5	21,6	23,2	19,1	13,9	8,7	4,6	3,6

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: 269 W/m²

#### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

#### Descrizione della struttura: *Muro perimetrale*

**Codice:** MI

Trasmittanza termica 0,535 W/m²K

Spessore 305 mm

Temperatura esterna  
(calcolo potenza invernale) -5,0 °C

Permeanza 69,686 10<sup>-12</sup>kg/sm²Pa

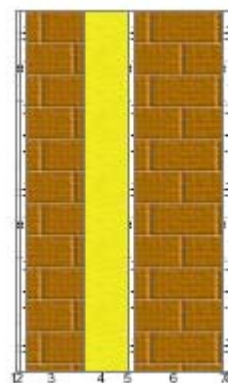
Massa superficiale  
(con intonaci) 231 kg/m²

Massa superficiale  
(senza intonaci) 149 kg/m²

Trasmittanza periodica 0,227 W/m²K

Fattore attenuazione 0,430 -

Sfasamento onda termica -8,6 h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	5,00	0,350	0,014	1200	1,00	11
2	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
3	Mattone forato	80,00	0,400	0,200	775	0,84	9
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	60,00	0,053	1,132	11	0,84	1
5	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
6	Mattone forato	120,00	0,387	0,310	717	0,84	9
7	Malta di cemento	15,00	1,400	0,011	2000	1,00	23
8	Intonaco plastico per cappotto	5,00	0,300	0,017	1300	0,84	30
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-



### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Muro perimetrale*

**Codice:** *M1*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
[] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
[x] 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

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

### Verifica criticità di condensa superficiale

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

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,796*

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,874*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

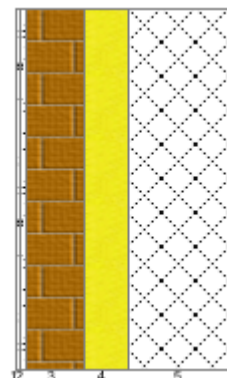
### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Verifica condensa interstiziale *Negativa*

**Descrizione della struttura:** *Quinta perimetrale*

**Codice:** *M2*

Trasmittanza termica	<i>0,609</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>305</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>-5,0</i>	°C
Permeanza	<i>12,567</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>389</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>363</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>0,191</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,318</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-9,1</i>	h



### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	5,00	0,350	0,014	1200	1,00	11
2	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
3	Mattone forato	80,00	0,400	0,200	775	0,84	9
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	60,00	0,053	1,132	11	0,84	1
5	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti esterne)	150,00	1,260	0,119	2000	1,00	99
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

#### Descrizione della struttura:

*Quinta perimetrale*

Codice: *M2*

- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☐ 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

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

#### Verifica criticità di condensa superficiale

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

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,796*

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,858*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

#### Verifica del rischio di condensa interstiziale

Verifica condensa interstiziale *Negativa*

Quantità massima di condensa durante l'anno  $M_a$  *1027* g/m<sup>2</sup>

Quantità di condensa ammissibile  $M_{lim}$  *13* g/m<sup>2</sup>

Verifica di condensa ammissibile ( $M_a \leq M_{lim}$ ) *Negativa*

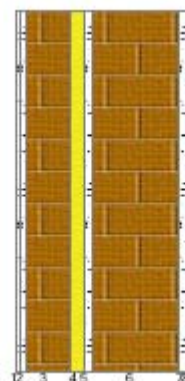
Mese con massima condensa accumulata *gennaio*

L'evaporazione a fine stagione è *Completa*

**Descrizione della struttura:** *Muro sotto finestra*

**Codice:** *M3*

Trasmittanza termica	<i>0,926</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>245</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>-5,0</i>	°C
Permeanza	<i>79,051</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>205</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>122</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>0,510</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,562</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-6,9</i>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	<i>5,00</i>	<i>0,350</i>	<i>0,014</i>	<i>1200</i>	<i>1,00</i>	<i>11</i>
2	Malta di cemento	<i>10,00</i>	<i>1,400</i>	<i>0,007</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	<i>60,00</i>	<i>0,360</i>	<i>0,167</i>	<i>600</i>	<i>0,84</i>	<i>7</i>
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	<i>20,00</i>	<i>0,053</i>	<i>0,377</i>	<i>11</i>	<i>0,84</i>	<i>1</i>
5	Malta di cemento	<i>10,00</i>	<i>1,400</i>	<i>0,007</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
6	Mattone forato	<i>120,00</i>	<i>0,387</i>	<i>0,310</i>	<i>717</i>	<i>0,84</i>	<i>9</i>
7	Malta di cemento	<i>15,00</i>	<i>1,400</i>	<i>0,011</i>	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
8	Intonaco plastico per cappotto	<i>5,00</i>	<i>0,300</i>	<i>0,017</i>	<i>1300</i>	<i>0,84</i>	<i>30</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>	-	-	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Muro sotto finestra*

**Codice:** *M3*

- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☐ 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

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

**Verifica criticità di condensa superficiale**

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

*Negativa*

Mese critico

*gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico

$f_{RSI,max}$  0,796

Fattore di temperatura del componente

$f_{RSI}$  0,792

Umidità relativa superficiale accettabile

80 %

### **Verifica del rischio di condensa interstiziale**

Verifica condensa interstiziale

*Negativa*

Quantità massima di condensa durante l'anno

$M_a$  232 g/m<sup>2</sup>

Quantità di condensa ammissibile

$M_{lim}$  4 g/m<sup>2</sup>

Verifica di condensa ammissibile ( $M_a \leq M_{lim}$ )

*Negativa*

Mese con massima condensa accumulata

*gennaio*

L'evaporazione a fine stagione è

*Completa*

**Descrizione della struttura:** *Muro su vano scala*

**Codice:** *M4*

Trasmittanza termica

0,754 W/m<sup>2</sup>K

Spessore

300 mm

Temperatura esterna  
(calcolo potenza invernale)

8,0 °C

Permeanza

12,315 10<sup>-12</sup>kg/sm<sup>2</sup>Pa

Massa superficiale  
(con intonaci)

478 kg/m<sup>2</sup>

Massa superficiale  
(senza intonaci)

422 kg/m<sup>2</sup>

Trasmittanza periodica

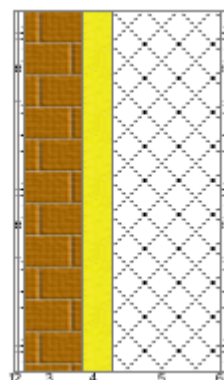
0,140 W/m<sup>2</sup>K

Fattore attenuazione

0,185 -

Sfasamento onda termica

-9,7 h



### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	5,00	0,350	0,014	1200	1,00	11
2	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
3	Mattone forato	80,00	0,400	0,200	775	0,84	9
4	Fibra di vetro - Feltro resinato	40,00	0,053	0,755	11	0,84	1
5	C.l.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	150,00	1,910	0,079	2400	1,00	99
6	Malta di cemento	15,00	1,400	0,011	2000	1,00	23
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

### **Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Muro su vano scala*

**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

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

**Verifica criticità di condensa superficiale**

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

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,574*

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,840*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

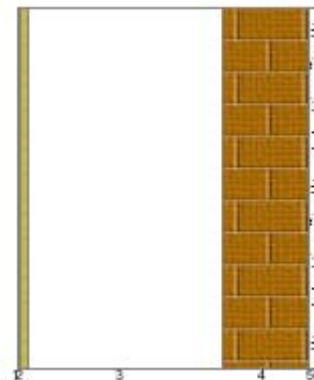
**Verifica del rischio di condensa interstiziale**

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

**Descrizione della struttura:** *Cassonetto*

**Codice:** *M5*

Trasmittanza termica *1,122* W/m<sup>2</sup>K  
Spessore *422* mm  
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) *-5,0* °C  
Permeanza *0,010* 10<sup>-12</sup>kg/sm<sup>2</sup>Pa  
Massa superficiale (con intonaci) *139* kg/m<sup>2</sup>  
Massa superficiale (senza intonaci) *102* kg/m<sup>2</sup>  
Trasmittanza periodica *0,911* W/m<sup>2</sup>K  
Fattore attenuazione *0,830* -  
Sfasamento onda termica *-3,8* h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Acciaio	<i>2,00</i>	<i>52,000</i>	-	<i>7800</i>	<i>0,45</i>	<i>9999999</i>
2	Polistirene espanso sint. in lastre (UNI 7819)	<i>10,00</i>	<i>0,040</i>	-	<i>30</i>	<i>1,25</i>	<i>60</i>
3	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm <sup>2</sup> /m	<i>270,00</i>	-	-	-	-	-
4	Mattone forato	<i>120,00</i>	<i>0,387</i>	-	<i>717</i>	<i>0,84</i>	-
5	Malta di cemento	<i>15,00</i>	<i>1,400</i>	-	<i>2000</i>	<i>1,00</i>	-
6	Intonaco plastico	<i>5,00</i>	<i>0,400</i>	-	<i>1400</i>	<i>0,84</i>	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Cassonetto*

**Codice:** *M5*

- ☐ La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- ☒ 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

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

#### **Verifica criticità di condensa superficiale**

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

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,796*

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,667*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

#### **Verifica del rischio di condensa interstiziale**

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

**Descrizione della struttura:** *Porta ingresso alloggio*

**Codice:** *M6*

Trasmittanza termica	<i>1,911</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>45</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>8,0</i>	°C
Permeanza	<i>0,010</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>20</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>20</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>1,899</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,994</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-0,6</i>	h



#### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>	-	-	-
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	<i>5,00</i>	<i>0,120</i>	<i>0,042</i>	<i>450</i>	<i>2,70</i>	<i>643</i>
2	Acciaio	<i>1,00</i>	<i>52,000</i>	<i>0,000</i>	<i>7800</i>	<i>0,45</i>	<i>9999999</i>
3	Intercapedine non ventilata $Av < 500$ mm <sup>2</sup> /m	<i>33,00</i>	<i>0,183</i>	<i>0,180</i>	-	-	-





**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso puro	5,00	0,350	0,014	1200	1,00	11
2	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
3	Mattone forato	80,00	0,400	0,200	775	0,84	9
4	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
5	C.I.s. di sabbia e ghiaia (pareti interne)	150,00	1,910	0,079	2400	1,00	99
6	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
7	Mattone forato	80,00	0,400	0,200	775	0,84	9
8	Malta di cemento	10,00	1,400	0,007	2000	1,00	23
9	Intonaco di calce e gesso	5,00	0,700	0,007	1400	1,00	11
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:***Quinta divisorio alloggio***Codice: M8**

- [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** °CUmidità relativa interna costante, pari a **65** %**Verifica criticità di condensa superficiale**Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ )**Positiva**

Mese critico

**ottobre**

Fattore di temperatura del mese critico

 $f_{RSI,max}$  **0,000**

Fattore di temperatura del componente

 $f_{RSI}$  **0,757**

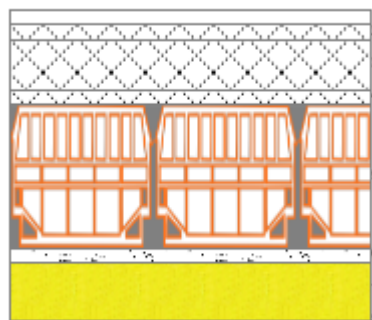
Umidità relativa superficiale accettabile

**80** %**Verifica del rischio di condensa interstiziale**

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

**Descrizione della struttura:** *Pavimento su porticato***Codice:** *PI*

Trasmittanza termica	<b>0,395</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>432</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-5,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,010</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>427</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>391</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,023</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,058</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,4</b>	h

**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	20,00	3,000	0,007	2700	1,00	10000
2	Sottofondo di cemento magro	20,00	0,700	0,029	1600	0,88	20
3	C.I.S. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	70,00	0,160	0,438	500	1,00	7
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
6	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
7	Fibra di vetro - Feltro resinato	80,00	0,053	1,509	11	0,84	1
8	Alluminio	2,00	220,000	0,000	2700	0,96	9999999
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

**Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Pavimento su porticato***Codice:** *PI*

- [x] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- [] La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- [x] 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** °CUmidità relativa interna costante, pari a **65** %**Verifica criticità di condensa superficiale**Verifica condensa superficiale ( $f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$ ) **Positiva**

Mese critico		<i>gennaio</i>	
Fattore di temperatura del mese critico	$f_{RSI,max}$	<i>0,796</i>	
Fattore di temperatura del componente	$f_{RSI}$	<i>0,904</i>	
Umidità relativa superficiale accettabile		<i>80</i>	%

#### **Verifica del rischio di condensa interstiziale**

Verifica condensa interstiziale		<i>Positiva</i>	
Quantità massima di condensa durante l'anno	$M_a$	<i>6</i>	g/m <sup>2</sup>
Quantità di condensa ammissibile	$M_{lim}$	<i>18</i>	g/m <sup>2</sup>
Verifica di condensa ammissibile ( $M_a \leq M_{lim}$ )		<i>Positiva</i>	
Mese con massima condensa accumulata		<i>gennaio</i>	
L'evaporazione a fine stagione è		<i>Completa</i>	

#### **Descrizione della struttura:** *Pavimento su box*

**Codice:** *P2*

Trasmittanza termica	<i>0,870</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>350</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>0,0</i>	°C
Permeanza	<i>0,981</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>421</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>385</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>0,142</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,163</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-12,0</i>	h



#### **Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,170</i>	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	<i>20,00</i>	<i>3,000</i>	<i>0,007</i>	<i>2700</i>	<i>1,00</i>	<i>10000</i>
2	Sottofondo di cemento magro	<i>20,00</i>	<i>0,700</i>	<i>0,029</i>	<i>1600</i>	<i>0,88</i>	<i>20</i>
3	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	<i>70,00</i>	<i>0,160</i>	<i>0,438</i>	<i>500</i>	<i>1,00</i>	<i>7</i>
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<i>20,00</i>	<i>1,490</i>	<i>0,013</i>	<i>2200</i>	<i>0,88</i>	<i>70</i>
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	<i>200,00</i>	<i>0,660</i>	<i>0,303</i>	<i>1100</i>	<i>0,84</i>	<i>7</i>
6	Intonaco di cemento e sabbia	<i>20,00</i>	<i>1,000</i>	<i>0,020</i>	<i>1800</i>	<i>1,00</i>	<i>10</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,170</i>	-	-	-

#### **Legenda simboli**

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Pavimento su box*

**Codice:** *P2*

- [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

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

**Verifica criticità di condensa superficiale**

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

Mese critico *gennaio*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,744*

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,809*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

**Verifica del rischio di condensa interstiziale**

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

**Descrizione della struttura:** *Pavimento intermedio*

**Codice:** *P3*

Trasmittanza termica *1,124* W/m<sup>2</sup>K

Spessore *305* mm

Temperatura esterna (calcolo potenza invernale) *20,0* °C

Permeanza *0,981* 10<sup>-12</sup>kg/sm<sup>2</sup>Pa

Massa superficiale (con intonaci) *396* kg/m<sup>2</sup>

Massa superficiale (senza intonaci) *369* kg/m<sup>2</sup>

Trasmittanza periodica *0,254* W/m<sup>2</sup>K

Fattore attenuazione *0,226* -

Sfasamento onda termica *-10,4* h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,170</i>	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	<i>20,00</i>	<i>3,000</i>	<i>0,007</i>	<i>2700</i>	<i>1,00</i>	<i>10000</i>
2	Sottofondo di cemento magro	<i>20,00</i>	<i>0,900</i>	<i>0,022</i>	<i>1800</i>	<i>0,88</i>	<i>30</i>
3	C.l.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	<i>30,00</i>	<i>0,160</i>	<i>0,188</i>	<i>500</i>	<i>1,00</i>	<i>7</i>
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<i>20,00</i>	<i>1,490</i>	<i>0,013</i>	<i>2200</i>	<i>0,88</i>	<i>70</i>
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	<i>200,00</i>	<i>0,660</i>	<i>0,303</i>	<i>1100</i>	<i>0,84</i>	<i>7</i>
6	Malta di calce o di calce e cemento	<i>15,00</i>	<i>0,900</i>	<i>0,017</i>	<i>1800</i>	<i>1,00</i>	<i>23</i>
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,170</i>	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Pavimento intermedio*

**Codice:** *P3*

- [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

Umidità relativa interna costante, pari a *65* %

**Verifica criticità di condensa superficiale**

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

Mese critico *ottobre*

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  *0,000*

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  *0,762*

Umidità relativa superficiale accettabile *80* %

**Verifica del rischio di condensa interstiziale**

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

**Descrizione della struttura:** *Soffitto sotto tetto*

**Codice:** *S1*

Trasmittanza termica	<i>1,183</i>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<i>285</i>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<i>5,0</i>	°C
Permeanza	<i>57,225</i>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<i>316</i>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<i>289</i>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<i>0,400</i>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<i>0,338</i>	-
Sfasamento onda termica	<i>-8,1</i>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,100</i>	-	-	-
1	C.I.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	<i>50,00</i>	<i>0,160</i>	<i>0,313</i>	<i>500</i>	<i>1,00</i>	<i>7</i>
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	<i>20,00</i>	<i>1,490</i>	<i>0,013</i>	<i>2200</i>	<i>0,88</i>	<i>70</i>
3	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	<i>200,00</i>	<i>0,660</i>	<i>0,303</i>	<i>1100</i>	<i>0,84</i>	<i>7</i>

4	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	1,00	23
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

**Descrizione della struttura:** *Soffitto sotto tetto*

**Codice:** *S1*

[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

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

#### Verifica criticità di condensa superficiale

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

Mese critico **gennaio**

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  **0,659**

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  **0,782**

Umidità relativa superficiale accettabile **80** %

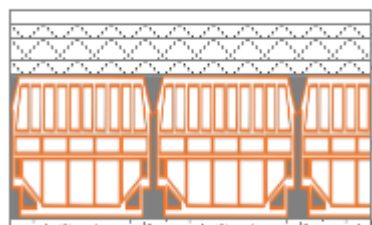
#### Verifica del rischio di condensa interstiziale

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

**Descrizione della struttura:** *Soffitto intermedio*

**Codice:** *S2*

Trasmittanza termica	<b>1,334</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>305</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>20,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,981</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>396</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>369</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,437</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,327</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-9,3</b>	h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in marmo	20,00	3,000	0,007	2700	1,00	10000
2	Sottofondo di cemento magro	20,00	0,900	0,022	1800	0,88	30
3	C.l.s. di argilla espansa pareti interne a struttura aperta (um. 4%)	30,00	0,160	0,188	500	1,00	7
4	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	20,00	1,490	0,013	2200	0,88	70
5	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	200,00	0,660	0,303	1100	0,84	7
6	Malta di calce o di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	1,00	23
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

#### Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuale maggiorazione	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

#### Descrizione della struttura:

*Soffitto intermedio*

**Codice: S2**

- [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

Umidità relativa interna costante, pari a **65** %

#### Verifica criticità di condensa superficiale

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

Mese critico **ottobre**

Fattore di temperatura del mese critico  $f_{RSI,max}$  **0,000**

Fattore di temperatura del componente  $f_{RSI}$  **0,762**

Umidità relativa superficiale accettabile **80** %

#### Verifica del rischio di condensa interstiziale

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



## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

### Descrizione del ponte termico: *R - Parete - Copertura*

**Codice:** *Z1*

Trasmittanza termica lineica di calcolo

*0,020* W/mK

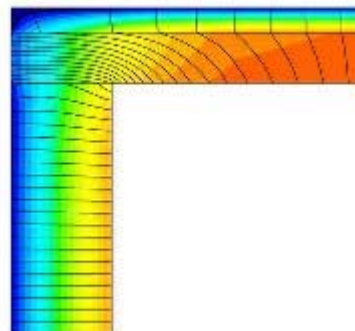
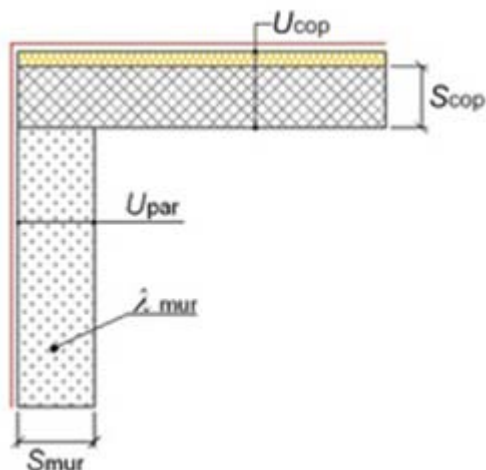
Riferimento

*UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211*

Note

*R4 - Giunto parete con isolamento ripartito - copertura*

*Trasmittanza termica lineica di riferimento = 0,04 W/mK.*



### Caratteristiche

Spessore copertura

Scop *23,5* cm

Spessore muro

Smur *35,0* cm

Trasmittanza termica copertura

Ucop *0,700* W/m²K

Conduttività termica muro

λmur *0,500* W/mK

### Descrizione del ponte termico: *GF - Parete - Solaio controterra o rialzato*

**Codice:** *Z2*

Trasmittanza termica lineica di calcolo

*0,055* W/mK

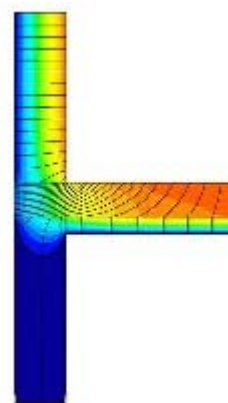
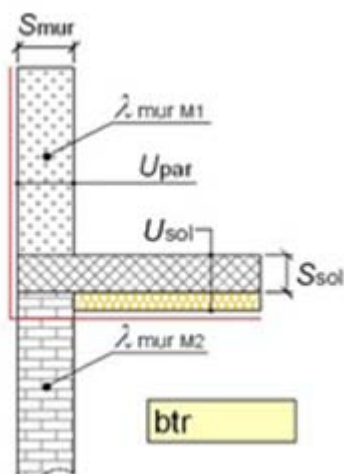
Riferimento

*UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211*

Note

*GF12 - Giunto parete con isolamento ripartito - solaio rialzato con isolamento all'intradosso su ambiente non riscaldato*

*Trasmittanza termica lineica di riferimento = 0,11 W/mK.*



### Caratteristiche

Conduttività termica muro 2	$\lambda_{M2}$	<b>0,900</b>	W/mK
Coeff. correzione temperatura	b <sub>tr</sub>	<b>1,00</b>	-
Spessore solaio	S <sub>sol</sub>	<b>22,0</b>	cm
Spessore muro	S <sub>mur</sub>	<b>35,0</b>	cm
Trasmittanza termica solaio	U <sub>sol</sub>	<b>0,700</b>	W/m²K
Conduttività termica muro 1	$\lambda_{M1}$	<b>0,500</b>	W/mK

### Descrizione del ponte termico: IF - Parete - Solaio interpiano

Codice: Z3

Trasmittanza termica lineica di calcolo

**0,545** W/mK

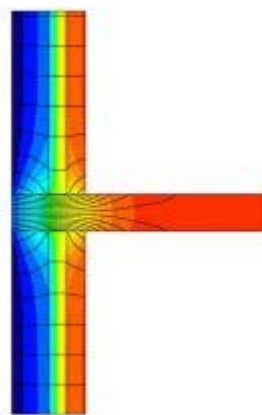
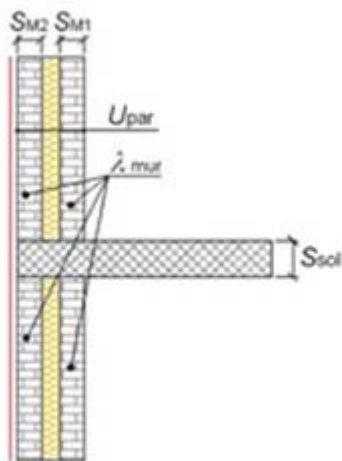
Riferimento

**UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211**

Note

**IF2 - Giunto parete con isolamento in intercapedine - solaio interpiano senza correzione**

**Trasmittanza termica lineica di riferimento = 1,09 W/mK.**



### Caratteristiche

Spessore solaio	S <sub>sol</sub>	<b>30,0</b>	cm
Spessore muro M1	S <sub>M1</sub>	<b>10,0</b>	cm
Spessore muro M2	S <sub>M2</sub>	<b>10,0</b>	cm
Trasmittanza termica parete	U <sub>par</sub>	<b>0,700</b>	W/m²K
Conduttività termica muro	$\lambda_{mur}$	<b>0,450</b>	W/mK

### Descrizione del ponte termico: IW - Parete - Parete interna

Codice: Z4

Trasmittanza termica lineica di calcolo

**-0,008** W/mK

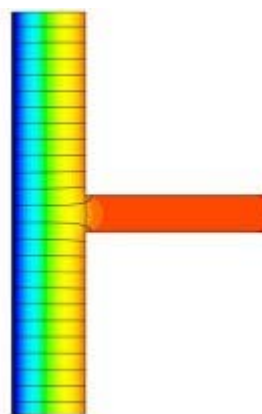
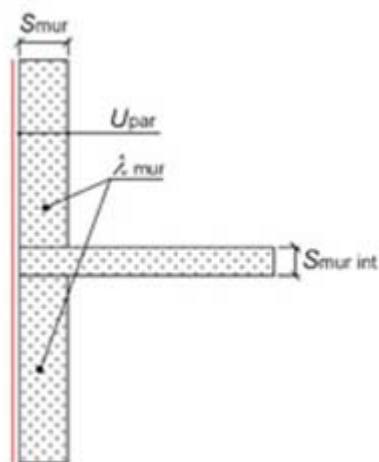
Riferimento

**UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211**

Note

**IW4 - Giunto parete con isolamento ripartito - parete interna**

**Trasmittanza termica lineica di riferimento = -0,015 W/mK.**



### Caratteristiche

Spessore muro interno	Smur int	15,0	cm
Spessore muro	Smur	35,0	cm
Conduttività termica muro	$\lambda_{mur}$	0,500	W/mK

### Descrizione del ponte termico: W - Parete - Telaio

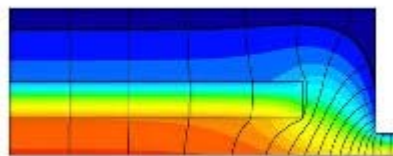
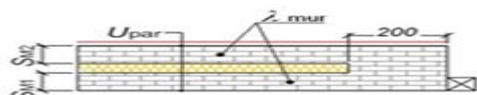
**Codice: Z5**

Trasmittanza termica lineica di calcolo **0,350** W/mK

Riferimento **UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211**

Note

**W14 - Giunto parete con isolamento in intercapedine interrrotto - telaio posto a filo interno**  
**Trasmittanza termica lineica di riferimento = 0,35 W/mK.**



### Caratteristiche

Spessore muro M1	Sm1	10,0	cm
Spessore muro M2	Sm2	10,0	cm
Trasmittanza termica parete	Upar	0,700	W/m²K
Conduttività termica muro	$\lambda_{mur}$	0,500	W/mK

**CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINISTRATI**  
secondo UNI EN 12831 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

**Descrizione della finestra:** *Finestra 890 x 1425*

**Codice:** *WI*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento

*Singolo*

Classe di permeabilità

*Senza classificazione*

Trasmittanza termica

$U_w$  *4,204* W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza solo vetro

$U_g$  *3,012* W/m<sup>2</sup>K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività

$\epsilon$  *0,837* -

Fattore tendaggi (invernale)

$f_{c\,inv}$  *1,00* -

Fattore tendaggi (estivo)

$f_{c\,est}$  *1,00* -

Fattore di trasmittanza solare

$g_{gl,n}$  *0,750* -

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure

*0,16* m<sup>2</sup>K/W

$f_{shut}$

*0,3* -

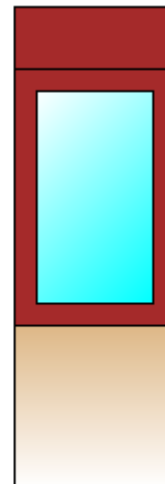
Dimensioni del serramento

Larghezza

*89,0* cm

Altezza

*142,5* cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio

$U_f$  *5,90* W/m<sup>2</sup>K

K distanziale

$K_d$  *0,02* W/mK

Area totale

$A_w$  *1,268* m<sup>2</sup>

Area vetro

$A_g$  *0,770* m<sup>2</sup>

Area telaio

$A_f$  *0,498* m<sup>2</sup>

Fattore di forma

$F_f$  *0,61* -

Perimetro vetro

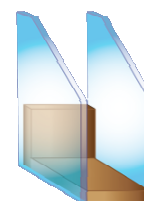
$L_g$  *3,670* m

Perimetro telaio

$L_f$  *4,630* m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>
Primo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Intercapedine	-	-	<i>0,154</i>
Secondo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>



Legenda simboli

s Spessore

mm

$\lambda$  Conduttività termica

W/mK

R Resistenza termica

m<sup>2</sup>K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo

$U$  *3,504* W/m<sup>2</sup>K

#### Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M5</b>	<b>Cassonetto</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>1,122</b>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cass</sub>	<b>35,00</b>	cm
Profondità	P <sub>cass</sub>	<b>30,00</b>	cm
Area frontale		<b>0,31</b>	m <sup>2</sup>

#### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3</b>	<b>Muro sotto finestra</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>0,926</b>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>sott</sub>	<b>90,00</b>	cm
Area		<b>0,80</b>	m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,350</b>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>4,63</b>	m

**Descrizione della finestra: Finestra 1390 x 1425****Codice: W2**Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<b>4,087</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<b>3,012</b>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

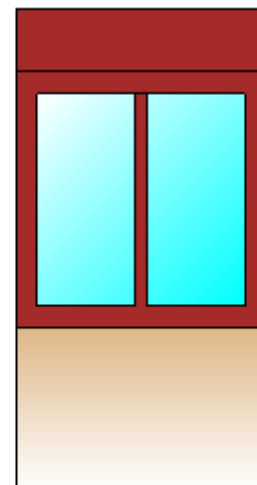
Emissività	$\epsilon$	<b>0,837</b>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<b>1,00</b>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<b>1,00</b>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<b>0,750</b>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<b>0,16</b>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<b>0,3</b>	-

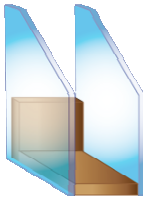
Dimensioni del serramento

Larghezza		<b>139,0</b>	cm
Altezza		<b>142,5</b>	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<b>5,90</b>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<b>0,02</b>	W/mK
Area totale	$A_w$	<b>1,981</b>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<b>1,292</b>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<b>0,689</b>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<b>0,65</b>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<b>6,920</b>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<b>5,630</b>	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	$\lambda$	R	
Resistenza superficiale interna	-	-	<b>0,130</b>	
Primo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>	
Intercapedine	-	-	<b>0,154</b>	
Secondo vetro	<b>4,0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,004</b>	
Resistenza superficiale esterna	-	-	<b>0,040</b>	

Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<b>3,291</b>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<b>M5</b>	<b>Cassonetto</b>	
Trasmittanza termica	$U$	<b>1,122</b>	W/m <sup>2</sup> K

Altezza	$H_{\text{cass}}$	<b>35,00</b>	cm
Profondità	$P_{\text{cass}}$	<b>30,00</b>	cm
Area frontale		<b>0,49</b>	m <sup>2</sup>

#### Muro sottofinestra

Struttura opaca associata	<b>M3</b>	<b>Muro sotto finestra</b>	
Trasmittanza termica	U	<b>0,926</b>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	$H_{\text{sott}}$	<b>90,00</b>	cm
Area		<b>1,25</b>	m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>	
Trasmittanza termica lineica	$\Psi$	<b>0,350</b>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>5,63</b>	m

**Descrizione della finestra:** *Porta Finestra 1890 x 2325***Codice:** *W3*Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<i>3,850</i>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<i>3,012</i>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

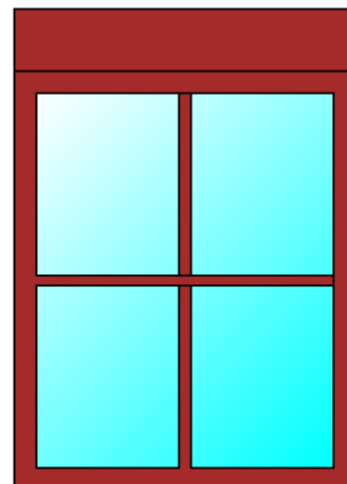
Emissività	$\epsilon$	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,750</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,16</i>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<i>0,3</i>	-

Dimensioni del serramento

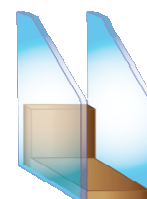
Larghezza		<i>189,0</i>	cm
Altezza		<i>232,5</i>	cm

**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<i>5,90</i>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<i>0,02</i>	W/mK
Area totale	$A_w$	<i>4,394</i>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<i>3,220</i>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<i>1,174</i>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<i>0,73</i>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<i>14,460</i>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<i>8,430</i>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>
Primo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Intercapedine	-	-	<i>0,154</i>
Secondo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>

Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<i>4,202</i>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<i>M5 Cassonetto</i>
---------------------------	----------------------



Trasmittanza termica	U	<i>1,122</i>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cass</sub>	<i>35,00</i>	cm
Profondità	P <sub>cass</sub>	<i>30,00</i>	cm
Area frontale		<i>0,66</i>	m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z5</i>	<i>W - Parete - Telaio</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,350</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>8,43</i>	m

**Descrizione della finestra:** *Porta Finestra 890 x 2325***Codice:** *W4*Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	$U_w$	<i>1,977</i>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza solo vetro	$U_g$	<i>3,012</i>	W/m <sup>2</sup> K

Dati per il calcolo degli apporti solari

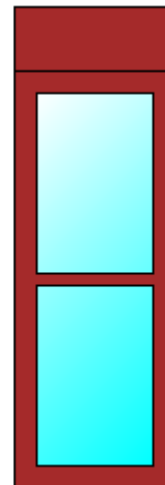
Emissività	$\epsilon$	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>1,00</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>1,00</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,16</i>	m <sup>2</sup> K/W
f shut		<i>0,3</i>	-

Dimensioni del serramento

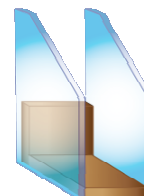
Larghezza		<i>89,0</i>	cm
Altezza		<i>230,0</i>	cm

**Caratteristiche del telaio**

Trasmittanza termica del telaio	$U_f$	<i>0,00</i>	W/m <sup>2</sup> K
K distanziale	$K_d$	<i>0,02</i>	W/mK
Area totale	$A_w$	<i>2,047</i>	m <sup>2</sup>
Area vetro	$A_g$	<i>1,300</i>	m <sup>2</sup>
Area telaio	$A_f$	<i>0,747</i>	m <sup>2</sup>
Fattore di forma	$F_f$	<i>0,64</i>	-
Perimetro vetro	$L_g$	<i>6,600</i>	m
Perimetro telaio	$L_f$	<i>6,380</i>	m

**Stratigrafia del pacchetto vetrato**

Descrizione strato	s	$\lambda$	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>
Primo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Intercapedine	-	-	<i>0,154</i>
Secondo vetro	<i>4,0</i>	<i>1,00</i>	<i>0,004</i>
Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,040</i>

Legenda simboli

s	Spessore	mm
$\lambda$	Conduttività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W

**Caratteristiche del modulo**

Trasmittanza termica del modulo	$U$	<i>2,938</i>	W/m <sup>2</sup> K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Cassonetto

Struttura opaca associata	<i>M5 Cassonetto</i>
---------------------------	----------------------

Trasmittanza termica	U	<b>1,122</b>	W/m <sup>2</sup> K
Altezza	H <sub>cass</sub>	<b>35,00</b>	cm
Profondità	P <sub>cass</sub>	<b>30,00</b>	cm
Area frontale		<b>0,31</b>	m <sup>2</sup>

#### Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<b>Z5</b>	<b>W - Parete - Telaio</b>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<b>0,350</b>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<b>6,38</b>	m

**FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA INVERNALE**  
secondo UNI EN 12831

**Dati climatici della località:**

Località	<b>TREVIGLIO</b>	
Provincia	<b>Bergamo</b>	
Altitudine s.l.m.	<b>125</b>	m
Gradi giorno	<b>2237</b>	
Zona climatica	<b>E</b>	
Temperatura esterna di progetto	<b>-5,0</b>	°C

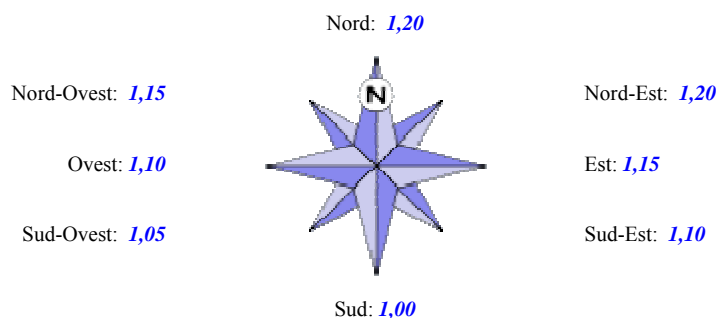
**Dati geometrici dell'intero edificio:**

Superficie in pianta netta	<b>3577,05</b>	m <sup>2</sup>
Superficie esterna lorda	<b>6970,37</b>	m <sup>2</sup>
Volume netto	<b>9658,03</b>	m <sup>3</sup>
Volume lordo	<b>12764,11</b>	m <sup>3</sup>
Rapporto S/V	<b>0,55</b>	m <sup>-1</sup>

**Opzioni di calcolo:**

Metodologia di calcolo	<b>Vicini presenti</b>	
Coefficiente di sicurezza adottato	<b>1,00</b>	-

**Coefficienti di esposizione solare:**



**DISPERSIONI COMPLESSIVE DELL'EDIFICIO**

**Dispersioni per Trasmissione raggruppate per esposizione:**

Prospetto Nord-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
<i>M1</i>	<i>Muro perimetrale</i>	<i>0,535</i>	<i>-5,0</i>	<i>489,45</i>	<i>8174</i>	<i>3,5</i>
<i>M2</i>	<i>Quinta perimetrale</i>	<i>0,609</i>	<i>-5,0</i>	<i>2,82</i>	<i>54</i>	<i>0,0</i>
<i>M3</i>	<i>Muro sotto finestra</i>	<i>0,926</i>	<i>-5,0</i>	<i>49,26</i>	<i>1423</i>	<i>0,6</i>
<i>M5</i>	<i>Cassonetto</i>	<i>1,122</i>	<i>-5,0</i>	<i>65,08</i>	<i>2279</i>	<i>1,0</i>
<i>Z2</i>	<i>GF - Parete - Solaio controterra o rialzato</i>	<i>0,055</i>	<i>-5,0</i>	<i>41,20</i>	<i>71</i>	<i>0,0</i>
<i>Z3</i>	<i>IF - Parete - Solaio interpiano</i>	<i>0,545</i>	<i>-5,0</i>	<i>453,20</i>	<i>7706</i>	<i>3,3</i>
<i>Z5</i>	<i>W - Parete - Telaio</i>	<i>0,350</i>	<i>-5,0</i>	<i>448,76</i>	<i>4900</i>	<i>2,1</i>
<i>W1</i>	<i>Finestra 890 x 1425</i>	<i>4,204</i>	<i>-5,0</i>	<i>30,43</i>	<i>3991</i>	<i>1,7</i>
<i>W2</i>	<i>Finestra 1390 x 1425</i>	<i>4,087</i>	<i>-5,0</i>	<i>47,56</i>	<i>6064</i>	<i>2,6</i>

W3	Porta Finestra 1890 x 2325	3,850	-5,0	105,55	12678	5,5
Totale:				47340	20,5	

Prospetto Sud-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,535	-5,0	202,79	3105	1,3
M2	Quinta perimetrale	0,609	-5,0	411,54	7166	3,1
M3	Muro sotto finestra	0,926	-5,0	24,63	652	0,3
M5	Cassonetto	1,122	-5,0	17,79	571	0,2
Z2	GF - Parete - Solaio controterra o rialzato	0,055	-5,0	36,99	58	0,0
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,545	-5,0	410,49	6398	2,8
Z5	W - Parete - Telaio	0,350	-5,0	123,13	1233	0,5
W1	Finestra 890 x 1425	4,204	-5,0	15,21	1829	0,8
W2	Finestra 1390 x 1425	4,087	-5,0	23,78	2779	1,2
Totale:				23791	10,3	

Prospetto Sud-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,535	-5,0	414,06	6051	2,6
M2	Quinta perimetrale	0,609	-5,0	299,42	4977	2,2
M3	Muro sotto finestra	0,926	-5,0	53,26	1346	0,6
M5	Cassonetto	1,122	-5,0	41,94	1285	0,6
Z2	GF - Parete - Solaio controterra o rialzato	0,055	-5,0	47,72	72	0,0
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,545	-5,0	528,92	7870	3,4
Z5	W - Parete - Telaio	0,350	-5,0	307,72	2940	1,3
W1	Finestra 890 x 1425	4,204	-5,0	36,77	4220	1,8
W2	Finestra 1390 x 1425	4,087	-5,0	47,56	5306	2,3
W4	Porta Finestra 890 x 2325	1,977	-5,0	12,29	663	0,3
Totale:				34729	15,0	

Prospetto Nord-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,535	-5,0	198,28	3174	1,4
M2	Quinta perimetrale	0,609	-5,0	464,59	8457	3,7
M3	Muro sotto finestra	0,926	-5,0	24,63	682	0,3
M5	Cassonetto	1,122	-5,0	17,79	597	0,3
Z2	GF - Parete - Solaio controterra o rialzato	0,055	-5,0	40,34	66	0,0
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,545	-5,0	438,74	7149	3,1
Z5	W - Parete - Telaio	0,350	-5,0	123,13	1289	0,6
W1	Finestra 890 x 1425	4,204	-5,0	15,21	1912	0,8
W2	Finestra 1390 x 1425	4,087	-5,0	23,78	2906	1,3

Totale: **26232** **11,4**

Prospetto Orizzontale:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
P1	Pavimento su porticato	0,395	-5,0	173,36	1783	0,8
P2	Pavimento su box	0,870	5,0	520,14	7242	3,1
S1	Soffitto sotto tetto	1,183	5,0	691,82	13090	5,7
Z1	R - Parete - Copertura	0,020	-5,0	321,89	103	0,0
Z2	GF - Parete - Solaio controterra o rialzato	0,055	-5,0	323,75	329	0,1

Totale: **22547** **9,8**

Prospetto non disperdente:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m <sup>2</sup> K] Ψ[W/mK]	θ <sub>e</sub> [°C]	Sup.[m <sup>2</sup> ] Lungh.[m]	Φ <sub>tr</sub> [W]	%Φ <sub>Tot</sub> [%]
M1	Muro perimetrale	0,535	-5,0	710,66	9891	4,3
M2	Quinta perimetrale	0,609	-5,0	619,15	9801	4,2
M3	Muro sotto finestra	0,926	-5,0	81,39	1959	0,8
M4	Muro su vano scala	0,754	8,0	774,29	7595	3,3
M5	Cassonetto	1,122	-5,0	77,01	2247	1,0
M6	Porta ingresso alloggio	1,911	8,0	94,50	2347	1,0
Z2	GF - Parete - Solaio controterra o rialzato	0,055	-5,0	137,50	162	0,1
Z3	IF - Parete - Solaio interpiano	0,545	-5,0	1499,30	17582	7,6
Z5	W - Parete - Telaio	0,350	-5,0	542,75	4939	2,1
W1	Finestra 890 x 1425	4,204	-5,0	45,64	4989	2,2
W2	Finestra 1390 x 1425	4,087	-5,0	83,23	8843	3,8
W3	Porta Finestra 1890 x 2325	3,850	-5,0	52,78	5282	2,3
W4	Porta Finestra 890 x 2325	1,977	-5,0	12,29	632	0,3

Totale: **76270** **33,0**

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica di un elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica di un ponte termico
θ <sub>e</sub>	Temperatura di esposizione dell'elemento
Sup.	Superficie di un elemento disperdente
Lung.	Lunghezza di un ponte termico
Φ <sub>tr</sub>	Potenza dispersa per trasmissione
%Φ <sub>Tot</sub>	Rapporto percentuale tra il Φ <sub>tr</sub> dell'elemento e il totale dei Φ <sub>tr</sub>

Dispersioni per Ventilazione:

Nr.	Descrizione zona termica	V <sub>netto</sub> [m <sup>3</sup> ]	Φ <sub>ve</sub> [W]
1	Zona 1	199,3	864
2	Zona 2	200,2	868
3	Zona 3	126,2	547
4	Zona 4	199,6	865
5	Zona 5	198,3	859
6	Zona 6	123,6	536

7	Zona 7	198,3	859
8	Zona 8	243,6	1055
9	Zona 9	123,6	536
10	Zona 10	198,3	859
11	Zona 11	200,2	868
12	Zona 12	123,6	536
13	Zona 13	199,6	865
14	Zona 14	198,3	859
15	Zona 15	123,6	536
16	Zona 16	198,3	859
17	Zona 17	243,6	1055
18	Zona 18	123,6	536
19	Zona 19	198,3	859
20	Zona 20	200,2	868
21	Zona 21	123,6	536
22	Zona 22	199,6	865
23	Zona 23	198,3	859
24	Zona 24	123,6	536
25	Zona 25	198,3	859
26	Zona 26	243,6	1055
27	Zona 27	123,6	536
28	Zona 28	198,3	859
29	Zona 29	200,2	868
30	Zona 30	123,6	536
31	Zona 31	199,6	865
32	Zona 32	198,3	859
33	Zona 33	123,6	536
34	Zona 34	198,3	859
35	Zona 35	243,6	1055
36	Zona 36	123,6	536
37	Zona 37	198,3	859
38	Zona 38	200,2	868
39	Zona 39	123,6	536
40	Zona 40	199,6	865
41	Zona 41	198,3	859
42	Zona 42	123,6	536
43	Zona 43	198,3	859
44	Zona 44	243,6	1055
45	Zona 45	123,6	536
46	Zona 46	198,3	859
47	Zona 47	200,2	868
48	Zona 48	123,6	536
49	Zona 49	199,6	865
50	Zona 50	198,3	859
51	Zona 51	123,6	536
52	Zona 52	198,3	859
53	Zona 53	243,6	1055
54	Zona 54	123,6	536

Totale **41851**

#### Legenda simboli

$V_{\text{netto}}$  Volume netto della zona termica  
 $\Phi_{\text{ve}}$  Potenza dispersa per ventilazione

**Dispersioni totali:**

Coefficiente di sicurezza adottato

*1,10* -

Nr.	Descrizione zona termica	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl,sic}$ [W]
1	Zona 1	5978	6576
2	Zona 2	6220	6842
3	Zona 3	4269	4696
4	Zona 4	5976	6573
5	Zona 5	6134	6747
6	Zona 6	4173	4590
7	Zona 7	5545	6099
8	Zona 8	6695	7365
9	Zona 9	3931	4324
10	Zona 10	4961	5457
11	Zona 11	5407	5948
12	Zona 12	3633	3997
13	Zona 13	5135	5648
14	Zona 14	5328	5861
15	Zona 15	3650	4015
16	Zona 16	4685	5154
17	Zona 17	5658	6223
18	Zona 18	3392	3731
19	Zona 19	5154	5670
20	Zona 20	5407	5948
21	Zona 21	3633	3997
22	Zona 22	5135	5648
23	Zona 23	5328	5861
24	Zona 24	3650	4015
25	Zona 25	4685	5154
26	Zona 26	5658	6223
27	Zona 27	3392	3731
28	Zona 28	5154	5670
29	Zona 29	5407	5948
30	Zona 30	3633	3997
31	Zona 31	5135	5648
32	Zona 32	5328	5861
33	Zona 33	3650	4015
34	Zona 34	4685	5154
35	Zona 35	5658	6223
36	Zona 36	3392	3731
37	Zona 37	5154	5670
38	Zona 38	5407	5948
39	Zona 39	3633	3997
40	Zona 40	5135	5648
41	Zona 41	5328	5861
42	Zona 42	3650	4015
43	Zona 43	4685	5154
44	Zona 44	5658	6223
45	Zona 45	3392	3731
46	Zona 46	6842	7527
47	Zona 47	7117	7828
48	Zona 48	4757	5233
49	Zona 49	6834	7518
50	Zona 50	7017	7719
51	Zona 51	4748	5223



52	Zona 52	6366	7003
53	Zona 53	7694	8463
54	Zona 54	4486	4934

Totale 272761 300037

#### Legenda simboli

$\Phi_{hl}$  Potenza totale dispersa  
 $\Phi_{hl,sic}$  Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

**FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE INVERNALE**  
secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

**Dati climatici della località:**

Località **TREVIGLIO**  
 Provincia **Bergamo**  
 Altitudine s.l.m. **125** m  
 Gradi giorno **2237**  
 Zona climatica **E**  
 Temperatura esterna di progetto **-5,0** °C

**Irradiazione solare giornaliera media mensile:**

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m²	1,6	2,4	3,6	5,3	7,6	9,2	9,1	6,4	4,2	2,9	1,8	1,4
Nord-Est	MJ/m²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,4	11,9	12,5	9,7	6,5	3,7	2,0	1,5
Est	MJ/m²	3,2	5,2	8,3	10,9	12,8	13,9	15,3	13,0	10,0	6,6	3,5	2,9
Sud-Est	MJ/m²	5,3	7,5	10,3	11,6	11,9	12,2	13,5	13,1	11,8	9,4	5,7	5,0
Sud	MJ/m²	6,7	8,9	10,9	10,5	9,8	9,6	10,5	11,2	11,7	10,9	7,0	6,4
Sud-Ovest	MJ/m²	5,3	7,5	10,3	11,6	11,9	12,2	13,5	13,1	11,8	9,4	5,7	5,0
Ovest	MJ/m²	3,2	5,2	8,3	10,9	12,8	13,9	15,3	13,0	10,0	6,6	3,5	2,9
Nord-Ovest	MJ/m²	1,7	2,9	5,2	8,0	10,4	11,9	12,5	9,7	6,5	3,7	2,0	1,5
Orizzontale	MJ/m²	4,0	6,8	11,3	15,9	19,5	21,6	23,2	19,1	13,9	8,7	4,6	3,6

**Edificio : Edificio residenziale**

**Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:**

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	3,8	5,6	9,6	13,0	-	-	-	-	-	13,5	9,3	5,2
N° giorni	-	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31

**Opzioni di calcolo:**

Metodologia di calcolo **Vicini presenti**  
 Stagione di calcolo **Convenzionale** dal **15 ottobre** al **15 aprile**  
 Durata della stagione **183** giorni

**Dati geometrici:**

Superficie in pianta netta **3577,05** m²  
 Superficie esterna lorda **6970,37** m²  
 Volume netto **9658,03** m³  
 Volume lordo **12764,11** m³  
 Rapporto S/V **0,55** m⁻¹

**FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE**  
**Sommario perdite e apporti**

**Edificio : Edificio residenziale**

Categoria DPR 412/93	<i>E.1 (I)</i>	-	Superficie esterna	<i>6970,37</i>	m <sup>2</sup>
Superficie utile	<i>3577,05</i>	m <sup>2</sup>	Volume lordo	<i>12764,11</i>	m <sup>3</sup>
Volume netto	<i>9658,03</i>	m <sup>3</sup>	Rapporto S/V	<i>0,55</i>	m <sup>-1</sup>

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ [kWh] <sub>t</sub>	$Q_{sol}$ [kWh]	$Q_{int}$ [kWh]	$Q_{gn}$ [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	<i>24035</i>	<i>2965</i>	<i>27000</i>	<i>5047</i>	<i>8062</i>	<i>11469</i>	<i>16343</i>
Novembre	<i>67538</i>	<i>8122</i>	<i>75660</i>	<i>5143</i>	<i>14228</i>	<i>17827</i>	<i>58140</i>
Dicembre	<i>94390</i>	<i>11338</i>	<i>105728</i>	<i>4435</i>	<i>14702</i>	<i>17848</i>	<i>88015</i>
Gennaio	<i>102163</i>	<i>12344</i>	<i>114508</i>	<i>4793</i>	<i>14702</i>	<i>18078</i>	<i>96548</i>
Febbraio	<i>82528</i>	<i>9982</i>	<i>92510</i>	<i>6716</i>	<i>13279</i>	<i>17917</i>	<i>74797</i>
Marzo	<i>66812</i>	<i>8177</i>	<i>74989</i>	<i>11037</i>	<i>14702</i>	<i>22147</i>	<i>53575</i>
Aprile	<i>22197</i>	<i>2772</i>	<i>24969</i>	<i>6838</i>	<i>7114</i>	<i>11724</i>	<i>14339</i>
Totale	<i>459664</i>	<i>55700</i>	<i>515364</i>	<i>44008</i>	<i>86789</i>	<i>117010</i>	<i>401757</i>

**Legenda simboli**

$Q_{H,tr}$	Energia dispersa per trasmissione e per extraflusso
$Q_{H,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{H,ht}$	Totale energia dispersa = $Q_{H,tr} + Q_{H,ve}$
$Q_{sol}$	Apporti solari
$Q_{int}$	Apporti interni
$Q_{gn}$	Totale apporti gratuiti = $Q_{sol} + Q_{int}$
$Q_{H,nd}$	Energia utile

**FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA**  
secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4

*Edificio : Edificio residenziale*

**Modalità di funzionamento**

*Circuito Riscaldamento Centralizzato*

*Modalità di funzionamento dell'impianto:*

*Funzionamento intermittente (con spegnimento)*

Giorni a settimana di funzionamento 7 giorni  
Ore giornaliere di spegnimento 10,0 ore

**SERVIZIO RISCALDAMENTO (impianto idronico)**

*Rendimenti stagionali dell'impianto:*

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	93,0	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	96,0	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	95,0	%
Rendimento di generazione	$\eta_{H,gn}$	88,6	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	89,2	%

**Dati per circuito**

*Circuito Riscaldamento Centralizzato*

*Caratteristiche sottosistema di emissione:*

Tipo di terminale di erogazione *Radiatori su parete esterna non isolata ( $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ )*  
Temperatura di mandata di progetto 70,0 °C  
Potenza nominale dei corpi scaldanti 302599 W  
Fabbisogni elettrici 0 W  
  
Rendimento di emissione 93,0 %

*Caratteristiche sottosistema di regolazione:*

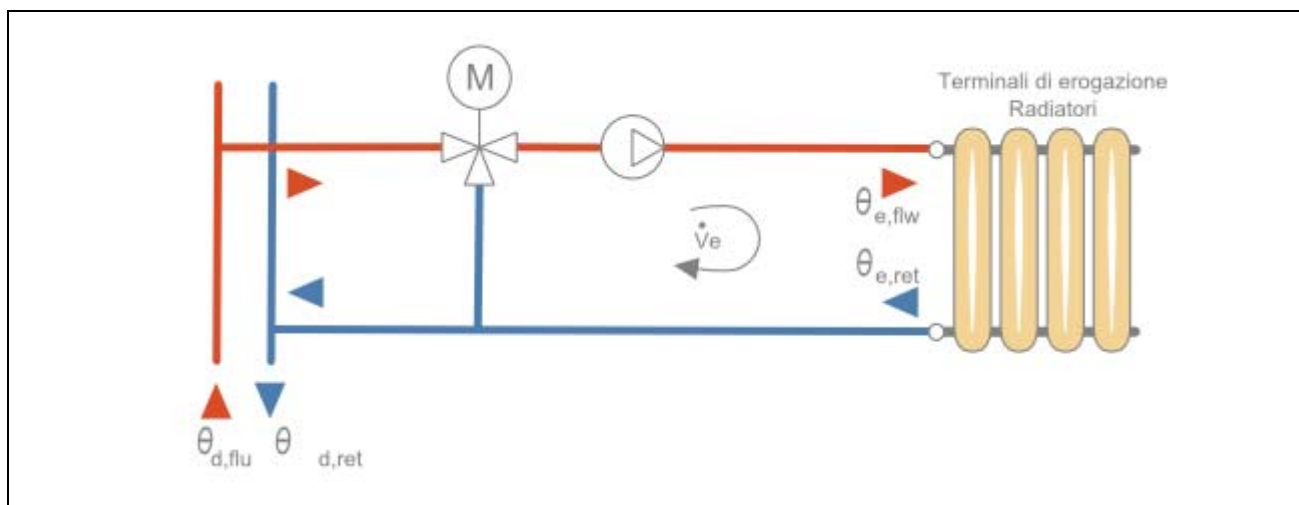
Tipo *Per zona + climatica*  
Caratteristiche *On off*  
  
Rendimento di regolazione 96,0 %

*Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:*

Metodo di calcolo *Semplificato*  
Tipo di impianto *Centralizzato a distribuzione orizzontale*  
Posizione impianto *Impianto a piano terreno, su ambiente non riscaldato e terreno con distribuzione monotubo*  
Posizione tubazioni -  
Isolamento tubazioni *Isolamento in impianti realizzati antecedentemente l'entrata in vigore del DPR n. 412/93*  
Numero di piani 6  
Fattore di correzione 1,00  
Rendimento di distribuzione utenza 95,0 %  
Fabbisogni elettrici 0 W

## Temperatura dell'acqua - Riscaldamento

Tipo di circuito **ON-OFF, valvola a due vie**



Maggiorazione potenza corpi scaldanti **10,0** %

$\Delta T$  nominale lato aria **50,0** °C

Esponente n del corpo scaldante **1,30** -

$\Delta T$  di progetto lato acqua **10,0** °C

Portata nominale **28645,34** kg/h

Criterio di calcolo **Carico medio massimo** **70,0** %

Sovratemperatura della valvola miscelatrice **5,0** °C

Mese	giorni	EMETTITORI		
		$\theta_{e,avg}$ [°C]	$\theta_{e,flw}$ [°C]	$\theta_{e,ret}$ [°C]
ottobre	17	37,6	38,8	36,3
novembre	30	52,9	55,8	50,1
dicembre	31	65,4	69,7	61,1
gennaio	31	68,9	73,7	64,2
febbraio	28	62,8	66,8	58,8
marzo	31	49,2	51,7	46,8
aprile	15	37,1	38,3	35,9

### Legenda simboli

$\theta_{e,avg}$  Temperatura media degli emettitori del circuito

$\theta_{e,flw}$  Temperatura di mandata degli emettitori del circuito

$\theta_{e,ret}$  Temperatura di ritorno degli emettitori del circuito

### Dati comuni

#### Temperatura dell'acqua:

Mese	giorni	DISTRIBUZIONE		
		$\theta_{d,avg}$ [°C]	$\theta_{d,flw}$ [°C]	$\theta_{d,ret}$ [°C]
ottobre	17	41,4	43,8	38,9
novembre	30	57,2	60,8	53,5
dicembre	31	70,0	74,7	65,3

gennaio	31	73,7	78,7	68,6
febbraio	28	67,3	71,8	62,8
marzo	31	53,4	56,7	50,0
aprile	15	40,9	43,3	38,5

#### Legenda simboli

$\theta_{d,avg}$	Temperatura media della rete di distribuzione
$\theta_{d,flw}$	Temperatura di mandata della rete di distribuzione
$\theta_{d,ret}$	Temperatura di ritorno della rete di distribuzione

### SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

#### Dati generali:

Servizio	<b>Riscaldamento</b>
Tipo di generatore	<b>Caldia a condensazione</b>
Metodo di calcolo	<b>Analitico</b>

Marca/Serie/Modello **Caldia Ravasio TRN 270 - CND 4 STELLE**

Potenza nominale al focolare  $\Phi_{cn}$  **314,60** kW

#### Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso  $P'_{ch,on}$  **6,00** %

#### **Caldia a condensazione**

Perdita al camino a bruciatore spento  $P'_{ch,off}$  **1,20** %

#### **Bruciatore aria soffiat, combustibile liquido/gassoso senza chiusura aria all'arresto, camino > 10m**

Perdita al mantello  $P'_{gn,env}$  **1,25** %

#### **Generatore ben isolato e mantenuto**

Rendimento utile a potenza nominale  $\eta_{gn,Pn}$  **96,00** %

Rendimento utile a potenza intermedia  $\eta_{gn,Pint}$  **108,00** %

$\Delta T$  temperatura di ritorno/fumi  $\Delta\theta_{w,fl}$  **60,0** °C

Tenore di ossigeno dei fumi  $O_{2,fl,dry}$  **6,00** %

#### Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore  $W_{br}$  **711** W

Fattore di recupero elettrico  $k_{br}$  **0,80** -

Potenza elettrica pompe circolazione  $W_{af}$  **729** W

Fattore di recupero elettrico  $k_{af}$  **0,80** -

#### Dati per generatori modulanti (riferiti alla potenza minima):

Potenza minima al focolare  $\Phi_{cn,min}$  **94,38** kW

Perdita al camino a bruciatore acceso  $P'_{ch,on,min}$  **5,00** %

Potenza elettrica bruciatore  $W_{br,min}$  **35** W

$\Delta T$  temperatura di ritorno/fumi  $\Delta\theta_{w,fl,min}$  **5,0** °C

Tenore di ossigeno dei fumi  $O_{2,fl,dry,min}$  **6,00** %

#### Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione **Centrale termica**

Fattore di riduzione delle perdite  $k_{gn,env}$  **0,30** -

Temperatura ambiente installazione [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
8,8	10,6	14,6	19,0	22,7	27,0	29,4	28,9	25,6	19,9	14,3	10,2

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

Generatore di calore a temperatura scorrevole

Tipo di circuito **Circuito diretto con pompa anticondensa**

Portata pompa anticondensa **7300,0** kg/h

Mese	giorni	GENERAZIONE		
		$\theta_{gn,avg}$ [°C]	$\theta_{gn,flw}$ [°C]	$\theta_{gn,ret}$ [°C]
ottobre	17	42,4	43,8	41,0
novembre	30	58,3	60,8	55,9
dicembre	31	71,4	74,7	68,0
gennaio	31	75,1	78,7	71,4
febbraio	28	68,6	71,8	65,5
marzo	31	54,5	56,7	52,3
aprile	15	41,9	43,3	40,6

Legenda simboli

$\theta_{gn,avg}$  Temperatura media del generatore di calore  
 $\theta_{gn,flw}$  Temperatura di mandata del generatore di calore  
 $\theta_{gn,ret}$  Temperatura di ritorno del generatore di calore

Vettore energetico:

Tipo **Metano**

Potere calorifico inferiore	$H_i$	<b>9,940</b>	kWh/Nm <sup>3</sup>
Fattore di conversione in energia primaria (rinnovabile)	$f_{p,ren}$	<b>0,000</b>	-
Fattore di conversione in energia primaria (non rinnovabile)	$f_{p,nren}$	<b>1,050</b>	-
Fattore di conversione in energia primaria	$f_p$	<b>1,050</b>	-
Fattore di emissione di CO <sub>2</sub>		<b>0,1998</b>	kgCO <sub>2</sub> /kWh

#### RISULTATI DI CALCOLO MENSILI

Risultati mensili servizio riscaldamento – impianto idronico

**Edificio : Edificio residenziale**

Dettagli generatore: 1 - Caldaia a condensazione

Mese	gg	$Q_{H,gn,out}$ [kWh]	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$\eta_{H,gn}$ [%]	Combustibile [Nm <sup>3</sup> ]
gennaio	31	100712	107990	88,0	10864
febbraio	28	75781	80942	88,3	8143
marzo	31	49829	52776	88,8	5309
aprile	15	11434	11437	93,8	1151
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	17	13458	13475	93,7	1356
novembre	30	56788	60274	88,7	6064
dicembre	31	90980	97332	88,2	9792

Mese	gg	FC <sub>nom</sub> [-]	FC <sub>min</sub> [-]	P <sub>ch,on</sub> [%]	P <sub>ch,off</sub> [%]	P <sub>gn,env</sub> [%]	R [%]
gennaio	31	0,791	2,580	6,35	1,88	0,62	0,00
febbraio	28	0,656	2,148	5,98	1,65	0,54	0,00
marzo	31	0,387	1,275	5,17	1,13	0,37	0,00
aprile	15	0,000	0,577	-0,17	0,65	0,22	4,62
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	0,000	0,600	-0,01	0,63	0,21	4,49
novembre	30	0,456	1,501	5,39	1,25	0,41	0,00
dicembre	31	0,713	2,330	6,14	1,73	0,57	0,00

#### Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
Q <sub>H,gn,out</sub>	Energia termica fornita dal generatore per riscaldamento
Q <sub>H,gn,in</sub>	Energia termica in ingresso al generatore per riscaldamento
η <sub>H,gn</sub>	Rendimento mensile del generatore
Combustibile	Consumo mensile di combustibile
FC <sub>nom</sub>	Fattore di carico a potenza nominale
FC <sub>min</sub>	Fattore di carico a potenza minima
P <sub>ch,on</sub>	Perdite al camino a bruciatore acceso
P <sub>ch,off</sub>	Perdite al camino a bruciatore spento
P <sub>gn,env</sub>	Perdite al mantello
R	Fattore percentuale di recupero di condensazione

#### Fabbisogno di energia primaria

Mese	gg	Q <sub>H,gn,in</sub> [kWh]	Q <sub>H,aux</sub> [kWh]	Q <sub>pH</sub> [kWh]
gennaio	31	107990	537	114437
febbraio	28	80942	434	85837
marzo	31	52776	368	56132
aprile	15	11437	93	12190
maggio	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-
ottobre	17	13475	109	14361
novembre	30	60274	384	64037
dicembre	31	97332	505	103183
<b>TOTALI</b>	<b>183</b>	<b>424226</b>	<b>2430</b>	<b>450176</b>

#### Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
Q <sub>H,gn,in</sub>	Energia termica totale in ingresso al sottosistema di generazione per riscaldamento
Q <sub>H,aux</sub>	Fabbisogno elettrico totale per riscaldamento
Q <sub>pH</sub>	Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento



## RISULTATI DI CALCOLO STAGIONALI

### Servizio riscaldamento

#### *Edificio : Edificio residenziale*

---

##### *Impianto idronico*

Fabbisogno di energia primaria annuale	$Q_{pH}$	<b>450176</b>	kWh/anno
Rendimento di generazione medio annuale	$\eta_{H,gn}$	<b>88,6</b>	%
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	<b>89,2</b>	%
Consumo annuo di Metano		<b>42679</b>	Nm <sup>3</sup>
Consumo annuo di Energia elettrica		<b>2430</b>	kWhe

Bergamo, li 04/02/2016

Il progettista  
arch. Monica Poloni